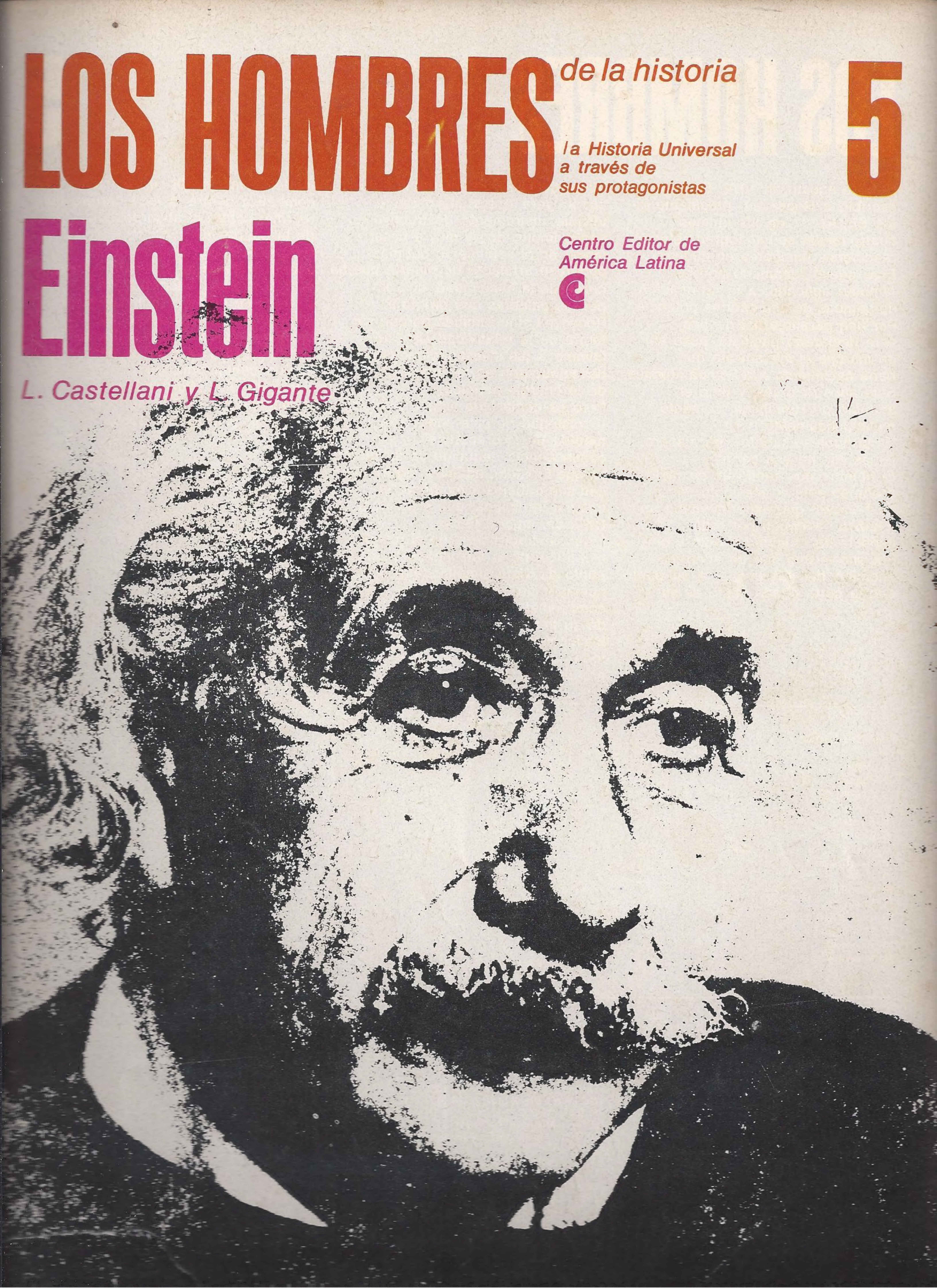

LOS HOMBRES de la historia
la Historia Universal
a través de
sus protagonistas
5
Einstein
L. Castellani y L. Gigante
Centro Editor de
América Latina

El 2 de agosto de 1939, Einstein escribió a Roosevelt, presidente de los EE.UU.: "...en los últimos cuatro meses se han logrado efectuar reacciones nucleares en cadena... Este nuevo fenómeno podría también aplicarse a la fabricación de bombas de una enorme potencia."
Por una paradoja del destino, éste declarado pacifista, puso así en marcha el mecanismo que daría nacimiento a la bomba atómica.
Seis años después, y ante el anuncio de Hiroshima, comentó melancólicamente:
'Si lo hubiese sabido... no hubiera jamás escrito esa carta".
El hombre que sentía un disgusto profundo ante el asesinato de un hombre, que experimentaba una intuitiva aversión por toda especie de crueldad y odio y que, por ello mismo, fue un acérrimo enemigo del nazismo, - a tal punto que la carta citada nació de su temor de que la Alemania hitleriana construyera, antes que nadie, el terrible instrumento destructivo -, se vio implicado - y muy a pesar suyo - en el nacimiento del más poderoso artefacto de muerte que ha conocido la humanidad, no sólo por las palabras que dirigió a Roosevelt sino también porque su teoría de la relatividad abrió el camino a las investigaciones que desembocaron en la liberación de la energía atómica.
Pero es demasiado simple reducir la vastedad de este genio a la medida de la dramática consecuencia deducida de su teoría, ya que Einstein, además, contribuyó con sus trabajos a modificar la imagen tradicional que el hombre tenía del mundo físico.
Figura extraordinaria en el plano científico, no lo fue menos desde un punto de vista simplemente humano: profundamente comprometido con los problemas de su tiempo, Einstein fue básicamente "intransigente" frente a toda autoridad erigida sobre el prejuicio, la violencia y la intolerancia; de allí su posición combativa contra la loca carrera del rearme, contra el absurdo de la guerra fría.
Porque el mayor teórico de la época moderna no se limitó a ser un observador "encerrado en su torre de marfil": "como alemán, como judío, como convencido pacifista, nunca rehuyó enfrentar los conflictos más dramáticos del mundo contemporáneo".
Nació en Ulm, Württemberg (Alemania) en 1879 y murió en Princeton (EE.UU.) en 1955.

Primeros títulos

Esta obra ha sido publicada originalmente en Italia por Compagnia Edizioni Internazionali S.p.a. - Roma Milán.
Director responsable: Pasquale Buccomino
Director editorial: Giorgio Savorelli
Redactores: Michelle Pacifico, Mirella Brini, Lisa Baruffi

Ilustraciones del fascículo N° 5:

Lotte Jacobi: p. 7 (3); p. 20 (1); p. 24 (7)
A. P.: p. 5 (1); p. 7 (5)
Underwood y Underwood: p. 7 (4); p. 13 (1.2)
Vallecchi, del volumen 6 de agosto: p. 16 (1); p. 21 (2)
Free Lance Photo raphers: p. 16 (3); p. 21 (4)
International News Photo: p. 20 (2.5); p. 21 (1.3); p. 24 (6.8)
Paul Popper Ltd.: p. 20 (4); p. 26 (1)
Library of Congress: p. 24 (1.9)
Brown Brothers: p. 24 (2)
United Press Pictures: p. 24 (3)
Guringer - Black Star: p. 24 (4)
S. E. F.: p. 27
Riboud Magnum: p. 28 (1)
Arnoldo Mondadori, "Panorama", N° 34, 1965: p. 22 (2)
G. C. Sandoni, "Il Leonardo" N° 29, p. 122 (1.2), N° 24, p. 134 (1)
Los Alamos Scientific Laboratory: p. 15
James Egleson: p. 19 (6.7)

Los autores agradecen al doctor Mauro Nasti por la colaboración prestada, en calidad de consultor científico, durante la redacción del fascículo.

Traducción de Reyna P. de Togneri

Centro Editor de América Latina
Salta 38 - Buenos Aires
Sección Ventas: Junín 981 - Buenos Aires
Hecho el depósito de ley
Impreso en la Argentina

Distribuidores en la República Argentina:
Capital: Mateo Cancellaro e hijo.
Echeverría 2469, 5° C, Buenos Aires
Interior: Distrimeco S.R.L.
Av. La Plata 2138, Buenos Aires.
Se terminó de imprimir en los talleres gráficos Indugraf S.A.
Mendoza 1523, Lanús Oeste, Bs. As.
en diciembre de 1984

Einstein

L. Castellani y L. Gigante

1879
El 14 de marzo Albert Einstein nace en Ulm, Württemberg.

1887
El experimento de Michelson y Morley no logra explicar el "viento de éter".

1889
Albert Einstein se inscribe en el Luitpol Gymnasium de Munich.

1894
La familia Einstein se traslada a Milán. Se reunirá con los suyos después de seis meses. Renuncia a la nacionalidad alemana y a todo credo religioso.

1896
Se traslada a Suiza, y se inscribe en la Escuela Politécnica de Zurich. Aplazado en los exámenes de admisión, se inscribe, siguiendo el consejo del director del Politécnico, en el curso preparatorio de la escuela cantonal de Aarau.

1901
Se hace ciudadano suizo. Se emplea en la Oficina de Patentes de Berna. Contrae matrimonio con la estudiante húngara Mileva Maritsch.

1905
Publica, en el volumen XVII de los *Anales de Física*, sus trabajos sobre la teoría de los quanta, sobre la teoría de la relatividad restringida (o especial) y sobre el movimiento browniano. Es nombrado docente libre *(Privatdozent)* de la Universidad de Berna.

1909
Deja la Oficina de Patentes y es nombrado profesor extraordinario *(a. o. Professor)* de la Universidad de Zurich.

1910
Por decreto del emperador de Austria, Francisco José, es nombrado profesor de física teórica de la Universidad alemana de Praga.

1911
Sugiere que se verifique, durante un eclipse de sol, la curvatura de los rayos luminosos.

1912
Regresa a la Escuela Politécnica de Zurich, donde enseña como profesor de física teórica.

1913
Max Plank y Walter Nernst, en nombre del emperador Guillermo II, le proponen la dirección del organismo de investigación de física teórica de Alemania. Al mismo tiempo, es nombrado miembro de la Academia de Ciencias de Prusia y profesor de la Universidad de Berlín.

1914
El 28 de julio estalla la primera guerra mundial: Einstein la define como "increíble" y se lamenta por pertenecer a la "corrompida" raza humana.

1916
Se casa en segundas nupcias con su prima Elsa. Completa su trabajo sobre la teoría de la relatividad general.

1917
Einstein describe su modelo del "universo cilíndrico".

1919
Arturo Stanley Eddington guía una expedición al África para observar un eclipse de sol: los resultados de las observaciones allí efectuadas confirman la teoría de la relatividad general.
Desde el comienzo de este año y hasta fines de 1932 Albert Einstein visita los Estados Unidos, Inglaterra, Francia, China, Japón, Palestina y España.

1921
Albert Einstein recibe el premio Nobel de Física por su teoría sobre el efecto fotoeléctrico.

1933
Renuncia a la Academia de Prusia. Se embarca nuevamente para América, donde es nombrado profesor del Instituto de Estudios Superiores de Princeton, en Nueva Jersey.

1938
Los científicos alemanes Otto Hahn y Fritz Strassman descubren la "fisión nuclear".

1939
El 26 de enero Einstein llega a los Estados Unidos. El 2 de agosto firma una carta dirigida al presidente de los Estados Unidos, Franklin Delano Roosevelt, en la que pide que el gobierno americano se interese en las investigaciones nucleares a fin de prevenir la eventual fabricación de una bomba atómica por Hitler. El 3 de setiembre estalla la segunda guerra mundial.

1942
El 2 de diciembre, en la planta experimental universitaria de Stagg Field de Chicago, Enrique Fermi lleva a término la primera reacción nuclear en cadena prolongada: la masa se transforma en energía, de acuerdo con la fórmula de Einstein.

1945
El 15 de abril, tres días después de la muerte de Roosevelt, Albert Einstein se retira a la vida privada renunciando a sus funciones de profesor del Instituto de Estudios Superiores de Princeton. El 16 de julio, a las 5 y media de la mañana, explota en el desierto de Alamogordo, en Nuevo México, la primera bomba atómica experimental. El 6 de agosto, a las 8 y cuarto, "Muchachito", la primera bomba atómica no experimental, destruye Hiroshima.

1950
En el mes de enero, el presidente Truman autoriza la construcción de la bomba H. El 13 de febrero Einstein pronuncia en la televisión americana un llamado de atención contra los peligros de la carrera de rearme atómico.

1955
A las 7 y cuarto de la mañana del 18 de abril, Albert Einstein muere en el hospital de Princeton.
Pocos días antes había puesto la última firma de su vida en una declaración de nueve científicos, en la cual se llama al mundo la atención sobre el riesgo de una posible destrucción total si no se suprime la institución de la guerra en un futuro próximo.

Principales trabajos de Albert Einstein

(Una lista cronológica, casi completa, de los escritos de Albert Einstein, está publi-



cada en el apéndice del volumen *Albert Einstein, scienziato e filosofo* a cargo de A. Schilpp, ediciones científicas Einaudi, Turín, 1958.)

1905
Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento, "Annalen der Physik", vol. XVII, págs. 891-921.
¿Depende la inercia de un cuerpo de su energía?, "Annalen", vol. XVIII, páginas 639-41.

1916
Los fundamentos de la teoría de la relatividad general, "Annalen", vol. IL, págs. 769-822.
El principio de Hamilton y la teoría de la relatividad general, Preussische Akademie der Wissenschaften, pt 2, págs. 1111-1116. (En castellano se han editado las memorias de 1905 y 1916 con el título: *La relatividad* [*Memorias originales*], Emecé Ed., Bs. As., 1950.)

1917
Consideraciones cosmológicas sobre la teoría de la relatividad general, Preussische Akademie der Wissenschaften, pt. 1, págs. 142-152.

1920
Sobre la teoría especial y general de la relatividad, X edición, Vieweg, Braunschweig, pág. 91 (traducción inglesa aparecida en el mismo año con el título *Relativity, the special and the general theory*, Methuen Londres). En castellano, apareció traducido en *Revista Matemática Hispano-Americana* en varios números a partir del Nº 7-8 del tomo III, Madrid, 1921.

1921
El significado de la relatividad, Princeton University Press, pág. 123 (trad. en castellano, Espasa-Calpe Arg., Bs. As., 1948).

1934
Cómo veo el mundo, Covici-Friede, N. York, pág. 290. (En castellano, Edit. Cultura, Santiago de Chile, 1935.)

1938
La evolución de la física; el desarrollo de sus ideas desde los primeros conceptos hasta la relatividad y los quanta (escrito en colaboración con Leopold Infeld), Simon and Schuster, N. York, pág. X-319. (Publicado en castellano por Editorial Losada con el nombre de *La física, aventura del pensamiento*, 1939.)

1955
El sentido de la relatividad, V edición. Princeton University Press (contiene una exposición puesta al día de la "Teoría relativista del campo no simétrico").

1960
Einstein en la paz, editado por Otto Nathan y Heinz Norden, Simon and Schuster, N. York.

Debieron andar mucho para encontrarlo, aquella mañana de julio: Einstein había dejado su refugio americano de Princeton para pasar los meses de verano con su amigo, el doctor Moore, propietario de una deliciosa casa de campo en Peconic (Long Island).
Eran dos, dos húngaros de alrededor de cuarenta años, con un aire ligeramente espantado y un acento extravagante, emigrados a América hacía apenas un año.
Se llamaban Leo Szilard y Eugen Wigner. Habían pasado un largo y tranquilo período en Alemania como asistentes universitarios y se habían acercado a los más importantes lugares de avanzada de la física germana, Munich, Berlín, Göttingen.
Luego, en 1933, sobrevino la ola antisemita provocada por la intolerancia nazi y se produjo el éxodo de tantos y tantos intelectuales; primero entre todos, el propio Albert Einstein, el profesor de cabellos ya un poco emblanquecidos que, cuando contaba sólo veintiséis años, había establecido las premisas de un nuevo sistema general de la física.
Finalmente fue un muchachito quien indicó a los dos científicos extraviados la casa donde estaba Einstein. Szilard y Wigner trataron de convencer al maestro de que era necesario "obrar", y obrar "rápidamente".

La fisión nuclear

Hacía un tiempo que flotaban en el aire noticias alarmantes. Al comenzar aquel año, el danés Niels Bohr llegó a América con un anuncio sensacional: en Berlín, dos científicos alemanes, Otto Hahn y Fritz Strassman, habían descubierto la fisión nuclear. Se develaba así un enigma que, por años, había atormentado a los físicos de todo el mundo, desde Enrico Fermi, quien, por primera vez en 1934, había observado el nuevo fenómeno sin comprender su sentido preciso, hasta Frédéric Joliot y su mujer Irène Curie, en Francia.
Luego de la experiencia de Hahn y Strassman, todo se esclarecía: golpeado por un neutrón, el átomo de uranio se rompe en dos partes, de masa análoga, liberando una gran energía.
Einstein conocía ya la conclusión, en apariencia paradójica, de Hahn y Strassman. La noticia de la "ruptura" llegó también a Princeton, la pequeña ciudad de Nueva Jersey transformada ahora en su verdadera patria. Pero no encontraba nada extraño en la realización de los dos científicos alemanes; en realidad la "ruptura" resultaba la confirmación de un corolario de la ley de la "relatividad restringida" —o especial— que él había enunciado en un célebre artículo, publicado cuando aún no tenía veintiséis años. Allí donde la física clásica había distinguido siempre dos "sustancias" —la materia dotada de peso y la energía imponderable— Einstein determinó la equi-



2

Albert Einstein
Old Grove Rd.
Nassau Point
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,
President of the United States,
White House
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E.Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable - through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium, by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,
A. Einstein
(Albert Einstein)

3

1. *El "hongo" de polvo de gas radioactivo que se levanta luego de una explosión nuclear.*

2. *A. Einstein y Leo Szilard, en 1939, en Peconic (Long Island).*

3. *La carta de Einstein al presidente Roosevelt en la cual le informa sobre las posibilidades de la energía atómica con fines nucleares*

1



2



3



4

1. La ecuación de la relatividad, sobre el puente del portaviones americano "Enterprise".

2, 3, 4. Los fundadores de la concepción pre-relativista del mundo: Copérnico, Képler, Galileo.

valencia de la masa y la energía. Toda masa representa una energía latente y la energía posee una masa.

Y en tanto la física clásica del siglo XIX establecía dos leyes de conservación —la ley de conservación de la masa y la ley de conservación de la energía— Einstein prefirió mencionar un solo principio, el de conservación de la masa-energía, y fijar matemáticamente, en una fórmula, la ley de esta equivalencia: $E = mc^2$.[1] E representa la energía total, m la masa y c la velocidad de la luz. Esta fórmula indica que "cada unidad de energía posee una masa muy pequeña" y "que cada unidad de masa representa un enorme depósito de energía". La "fisión" nuclear, descubierta por Hahn y Strassman, y más tarde teorizada por Otto Frisch y por Lise Meitner, era, al mismo tiempo, una confirmación de la equivalencia de masa y energía teóricamente prevista por Einstein[2]: el núcleo del átomo de uranio se rompía en dos, liberando una energía de notable importancia.[3]

Pero Leo Szilard y Eugen Wigner no se limitaron en aquella mañana de julio de 1939 a recordar a Einstein la fundamental experiencia de Hahn y Strassman. Comprendían que era necesario ir más lejos: en la "fisión atómica", tanto Szilard como otro exiliado de Europa, el italiano Enrico Fermi, habían descubierto la posibilidad teórica de la "reacción en cadena", clave para la conquista de la enorme energía en la que podía convertirse la infinitésima masa del núcleo atómico.

1939: una carta histórica

Ante las dispares noticias que llegaban de Europa, en aquel amenazador fin del año 1939, Szilard, Wigner y un grupo de físicos emigrados estaban convencidos de que aquellos de sus colegas que permanecían en Alemania se encontraban en la vanguardia de los conocimientos de física atómica y que ya poseían desde algún tiempo los resúmenes y resultados que ellos sólo entonces estaban a punto de verificar.

Por otra parte, ¿podían dudar —conociendo a través de su dura experiencia personal la agresividad de la Alemania nazi— de que sus científicos no se hubieran dado cuenta de la enorme posibilidad bélica y militar implícita en el importante descubrimiento de la fisión y en la posibilidad, no sólo teórica, de producir una enorme cantidad de energía destructiva?

¿Se podía dudar de que Hitler dejaría escapar la oportunidad de construir un terrible instrumento capaz de poner a sus pies el mundo entero?

Fue éste el tenor de la conversación que Szilard y Wigner sostuvieron con Einstein. Y el 2 de agosto de 1939, luego de haber tenido una serie de encuentros con Szilard, Albert Einstein escribe a Roosevelt: "Señor presidente, durante los últimos cuatro meses se ha hecho posible —gracias a los trabajos de Joliot en Francia y de Fermi y Szilard en América— efectuar reacciones nucleares en cadena en una gran masa de uranio, de la que se generarían grandes cantidades de energía y gran cantidad de elementos nuevos similares al radio.

"Este nuevo fenómeno podría también aplicarse a la fabricación de bombas de una enorme potencia. Tengo entendido que actualmente Alemania ha interrumpido la venta de uranio producido en las minas checoslovacas que tiene bajo su dominio."

La respuesta del presidente Roosevelt se hizo esperar algunos meses. Por una razón bastante comprensible sólo llegó el 19 de octubre de 1939, cuando la segunda guerra mundial era ya una trágica realidad.

"Mi querido profesor, le agradezco su reciente carta y su interesantísimo e importante alegato. He encontrado sus datos tan importantes que he reunido una junta..."[4]

La convocatoria de esta junta señaló un momento crucial, el verdadero acto de nacimiento de la bomba atómica.

Paradójicamente fue el propio Einstein quien reclamó este nacimiento. Él, el científico que a partir de ese instante quedó al margen de todo: fuera del cerco que protegía los secretos nucleares. El mismo hombre que, seis años después, ante el anuncio de Hiroshima comentó melancólicamente: "Si lo hubiese sabido... no hubiera escrito jamás esa carta." Por una burla del destino la construcción del arma "decisiva" había sido propuesta por un pacifista. Y quien, involuntariamente, había puesto en movimiento aquella gran máquina que destruyó Hiroshima era el mismo que escribió:

"Mi pacifismo es un sentimiento instintivo, un sentimiento que me domina porque el asesinato del hombre me inspira profundo disgusto. Mi inclinación no deriva de una teoría intelectual; se funda en mi profunda aversión por toda especie de crueldad y de odio."

"Por toda especie de crueldad y de odio": hasta el día de su muerte, Albert Einstein no olvidó jamás la carta del 2 de agosto de 1939.

La nueva imagen del mundo

Una publicidad un tanto superficial tiende a hacer coincidir a Einstein y su influencia en la historia de nuestro siglo con su desconcertante, y sin embargo casual, intervención en la historia de la bomba atómica. Una vez más la mitología ha tomado el camino más fácil transformando a Einstein en un viejo pacifista burlado por el destino. Pero quizá la evocación de este paradójico episodio no sea el mejor camino para comprender el genio y la importancia de Einstein. Si bien sobre el puente del enorme portaviones "Enterprise" está impresa la fórmula de la equivalencia de la energía y de la masa ($E = mc^2$), resulta demasiado simple reducir la vastedad de


1


2


3

este genio a la medida de la dramática consecuencia deducida de su teoría.

El cambio provocado por Einstein es mucho más profundo y amplio. Einstein ha cambiado la imagen del mundo. En el lapso de una veintena de años ha dado una nueva forma a nuestra capacidad de situarnos en el mundo, de pensarnos en él, repitiendo con ello el esfuerzo de Galileo, de Kepler, de Newton. Como en los siglos pasados, el mundo se ha visto a sí mismo, ha tomado conciencia de su realidad a través de los ojos de Einstein. Nos movemos en el universo, intentamos conquistarlo, descubrirlo, hacerlo a nuestra medida, conociéndolo a través de la imagen que Einstein le ha dado: una imagen global que intenta resumir de la manera más elemental y completa las experiencias particulares, los descubrimientos singulares, las intuiciones individuales.

Así como Galileo hizo coincidir el universo con la imagen que él le dio —imagen, intuida por Copérnico, de un sol inmóvil en torno al cual giran los planetas—, hoy la imagen del mundo es la que deriva de la "relatividad" de Einstein. Ella constituye una de las últimas tentativas realizadas —provisoria y superable, como todas— para encontrar una "representación" adecuada de la realidad que quiere describir (una realidad que está detrás de cada representación). Tentativa, además, de fijar una "representación" que sea una libre creación del intelecto y, al mismo tiempo, un intento de encontrar la explicación más armónica y simple de las diversas experiencias realizadas.

Para Albert Einstein, razón y experiencia son los elementos constructivos de la "imagen del mundo" y de sus leyes. Como afirma Philipp Franck, "para Einstein, las leyes teóricas fundamentales son una libre creación de la imaginación; el resultado de la actividad de un inventor está limitado por dos principios: uno empírico, según el cual las conclusiones emanadas de la teoría deben estar confirmadas por la experiencia, y otro, entre lógico y estético, para el que las leyes fundamentales deben ser pocas y lógicamente compatibles".

"Para tener algún valor —subraya Bertrand Russell— una teoría no deberá resultar de una atenta recolección y selección de observaciones individuales. Debe emerger más bien como una imprevista intuición imaginativa, tal como le sucede a un poeta o a un compositor." De ello deriva que "la misión más alta del físico —como afirma Einstein— será pues la investigación de las leyes elementales, las más generales, y de ellas se deberá partir para alcanzar, a través de simples deducciones, la imagen del mundo. Ningún camino lógico conduce a estas leyes elementales: sólo la intuición, fundada en la experiencia, puede permitir alcanzarlas".

A este carácter de intuición, de creación personal, de síntesis no inmediatamente "deducida" de la realidad —característica propia de su "teoría"—, Einstein se mantuvo siempre fiel. Para llegar a enunciar la "teoría" jamás temió alejarse de las ideas comunes, de las lecturas simples y banales —por lo tanto inexactas— de la realidad. No vaciló nunca en confiarse más en las matemáticas y en las experiencias que en la evidencia sensible, aun cuando trató de demoler y de comprender en un esquema teórico más vasto, la sólida imagen del mundo construida por Newton y por sus leyes de la gravitación universal. "Newton, perdóname; tú encontraste el único camino que en tu tiempo fue posible alcanzar para un hombre de gran intelecto y poder creativo. Los conceptos de tu creación guían, todavía hoy, nuestro pensamiento en el campo de la física, si bien ahora comprendemos que deben ser sustituidos por otros más alejados de la esfera de la experiencia inmediata, si se quiere alcanzar un conocimiento más profundo de las relaciones entre las cosas."

"Desprenderse de la esfera de la experiencia inmediata": ¿no lo había hecho también así Galileo cuando no temió anular la apariencia inmediata, la idea corriente de una tierra inmóvil que ocupaba el centro del universo, de un sol que giraba en torno a la Tierra, de astros, incorruptibles, para reemplazar esa "experiencia inmediata" por una "imagen del mundo" capaz de responder íntimamente a los conocimientos de las relaciones entre las cosas?

"En una buena novela policial —afirma Einstein, con la participación de su hábil colaborador y divulgador, Leopold Infeld— los indicios más aparentes suelen conducir a falsas sospechas. De la misma manera, en nuestro intento de comprender las leyes de la naturaleza, sucede frecuentemente que la explicación intuitiva más obvia induce a error."

Así, desde su primer escrito fundamental hasta sus últimas dos fórmulas sobre la "teoría del campo unificado" publicadas poco antes de su muerte, Einstein perseguirá, con pertinacia y convicción inquebrantables, la posibilidad de lograr una síntesis, de construir una teoría única, general, siguiendo los criterios por él indicados: "Una teoría es tanto más convincente cuanto más simples son sus premisas, cuanto más variadas son las cosas que reúne, cuanto más extenso es el campo de su aplicación".

Un descolorido estudiante

Albert Einstein nació el 14 de marzo de 1879 cerca de la ciudad alemana de Ulm, en Württemberg, donde su padre poseía una pequeña industria electromecánica. Una pequeña industria incluso no muy próspera cuando, un año después de ese nacimiento, fue transferida a Munich: los negocios andaban mal y la familia Einstein

decidió cambiar de residencia —una vez más— e instalarse en Milán, Italia.

Pero Albert, que tenía entonces dieciséis años, quedó en Munich a fin de terminar sus estudios secundarios.

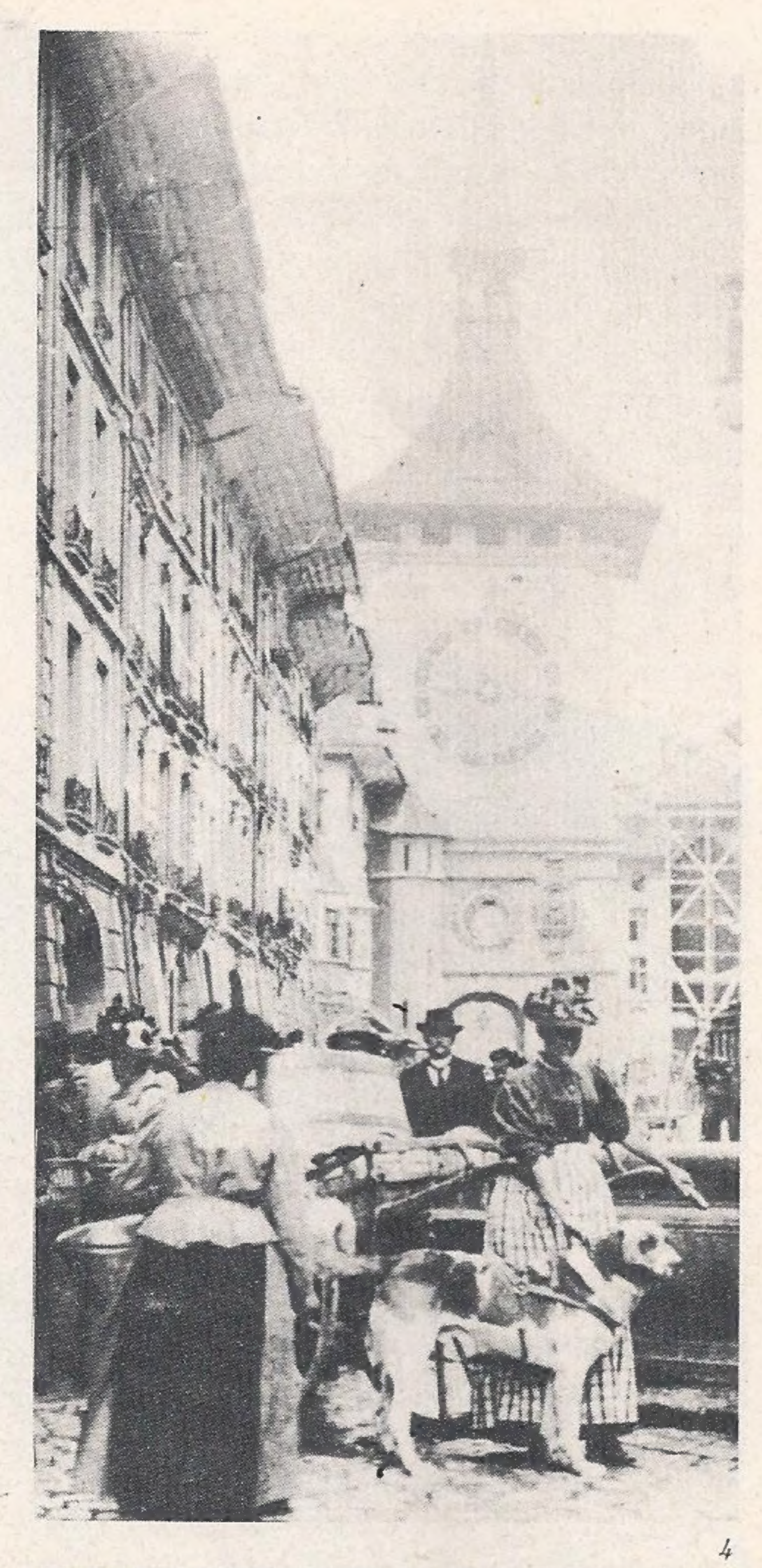
Nunca fue un buen estudiante; por otra parte, en su familia lo consideraron siempre un "lento". Había comenzado a hablar luego de los tres años. Más adelante, su madre escribía a una amiga: "No sé qué haremos con Albert; por ahora no aprende gran cosa . . ."

No aprendía —entre otras razones— porque se rehusaba, desde los primeros años de clase, a estudiar de memoria y, además, no toleraba la disciplina. En cambio se aplicó primero, y con auténtica pasión, al estudio del violín; una pasión que lo acompañó hasta su larga vejez.

Pero, no obstante sus escasos progresos en el estudio, Albert poseía el don, la virtud simple, y a la vez estimulante, de "maravillarse". "No tengo dudas —dice Einstein— de que nuestro pensamiento trabaja, en su mayor parte, sin hacer uso de signos (palabras), y con frecuencia, inconscientemente. ¿Cómo puede suceder, de otro modo, que nos "maravillemos" ante ciertas experiencias de manera tan espontánea? Esta "maravilla" se manifiesta cuando una experiencia entra en conflicto con un mundo de conceptos, ya suficientemente estabilizados en nosotros mismos. (. . .) Conocí una maravilla de este género cuando a la edad de 4 ó 5 años mi padre me mostró una brújula. El hecho de que ese objeto se comportase de un cierto modo no concordaba con la naturaleza de los fenómenos que podían ubicarse en mi mundo conceptual de ese entonces, basado totalmente en la experiencia directa del "tocar". Recuerdo ahora —o al menos me parece recordar— que esta experiencia me produjo una impresión notable y persistente: dentro de las cosas debía haber un algo profundamente escondido".

Interrumpidos sus estudios secundarios, en los que se había revelado como "flojo en los asuntos", pero bastante bueno en matemática, Albert se reunió con los suyos en Milán. Ya había madurado una irrevocable decisión: abandonar la ciudadanía alemana.

Desde Milán se traslada a Suiza e intenta ser admitido en el Politécnico de Zurich, pero resulta aplazado por su falta de preparación en todas las materias, excepción hecha de las matemáticas. El rector del Politécnico —que ha intuido su excepcional capacidad— le aconseja asistir a un curso preparatorio en la escuela cantonal de Aarau, que lo eximirá de un nuevo examen de admisión. Así, finalmente, pudo Einstein inscribirse en el instituto. Estudia y se gana la vida ayudando a los estudiantes menos dotados a preparar sus exámenes.



4



5



6

1, 2. La madre y el padre de Albert Einstein.

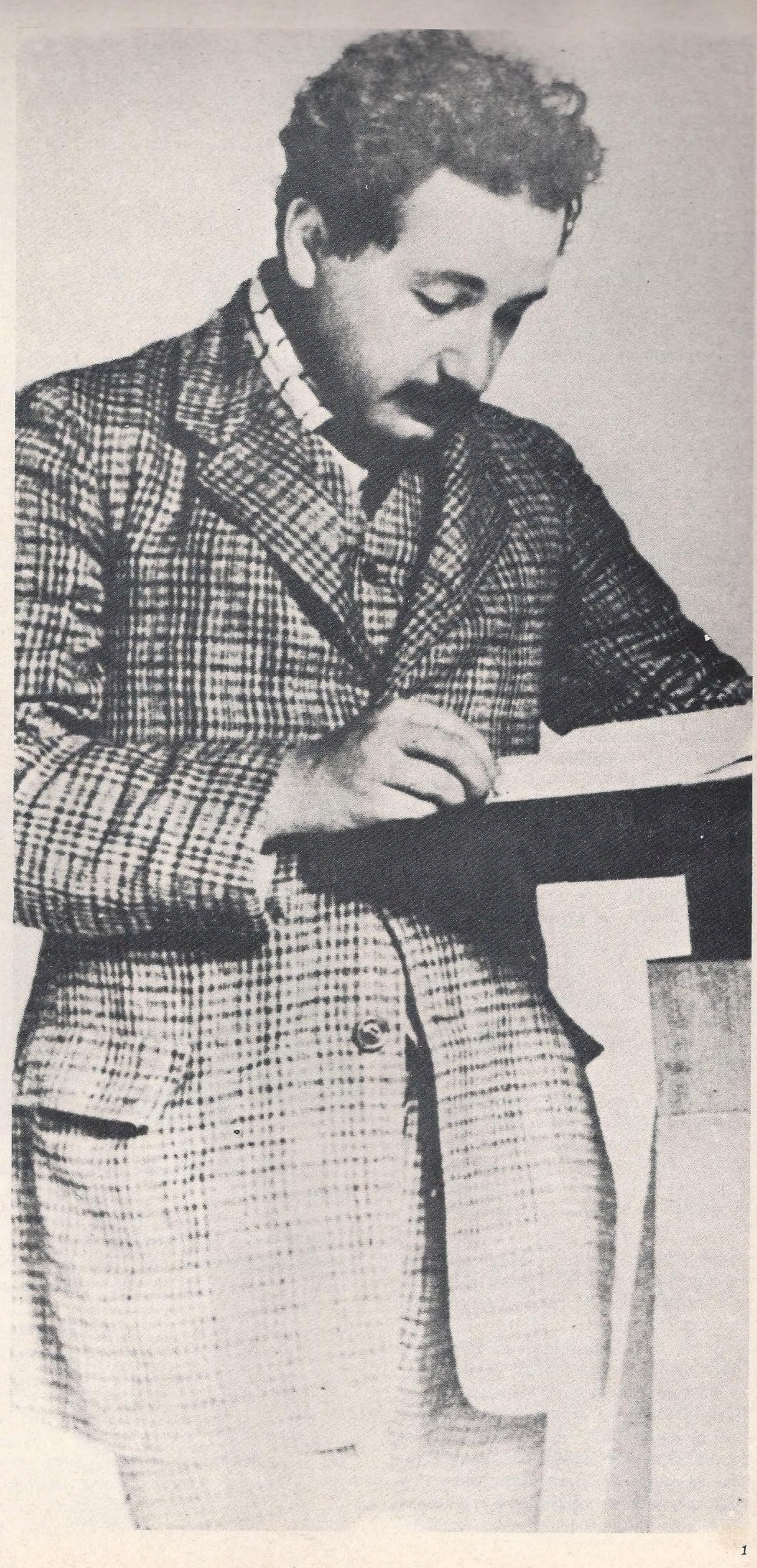
3. El joven Albert con Maja, la hermana menor.

4. Berna, en el tiempo en que Einstein trabajaba allí como empleado de la Oficina de Patentes y Marcas.

5. Albert Einstein, estudiante universitario.

6. Albert Einstein y su primera mujer, Mileva Maritsch.

I. Einstein lee la teoría de la relatividad restringida.



1

Un hombre absorto

A los veintidós años, en 1901, conoce a una joven estudiante húngara, Mileva Maritsch, y decide casarse. Esto le impone nuevas responsabilidades y se ve obligado a aceptar un empleo modesto —pero estable— en la Oficina de Patentes y Marcas de Berna. Su obligación allí es resumir las características de los inventos presentados para otorgarles su patente legal. Al mismo tiempo que cumplía esa ocupación —no demasiado comprometida— tenía otra más importante, "la de pensar", a la que se dedicaba con una capacidad de concentración extraordinaria.

Esta capacidad de abstraerse imprevistamente de sus ocupaciones cotidianas para concentrarse en una idea, para detenerse en una intuición, fue siempre una de las características más desconcertantes de su personalidad. "Mi género de labor se puede hacer en cualquier lado", repetirá más tarde el profesor. Recomendaba a sus alumnos: "Si tenéis un problema, consultadme; no me molestaréis jamás porque puedo interrumpir mi trabajo en cualquier momento y retomarlo luego".

Una biógrafa suya y amiga íntima, Antonia Vallentin, ha descripto esa maravillosa capacidad para aislarse de pronto, en el curso de un coloquio, de una conversación, en cualquier momento, para concentrarse en una intuición que lo había deslumbrado. "Nada aparentemente cambiaba en su expresión. A menudo una ligera sonrisa se dibujaba en sus labios. Sus ojos podían seguir abiertos de par en par, pero quedaban tan vacíos y sin luz como los de un ciego. Se podía hacer al lado suyo un gran ruido o guardar un silencio profundo; él no llegaba a sentirlo. Podía permanecer así ausente largo rato, o volver en sí rápidamente. Sus retornos eran tan bruscos como sus partidas. Pero era difícil desembarazarse de la impresión de que su presencia entre nosotros era algo así como prestada".

Cuando Paul Valéry lo interrogó sobre sus métodos de trabajo, preguntándole si acostumbraba tomar apuntes en un cuaderno o en hojas de papel cada vez que se le ocurría una idea, Einstein se volvió hacia su ilustre interlocutor con una sonrisa bonachona y le respondió con su habitual dejo de ironía: "No tengo necesidad de nada. Las ideas, usted sabe, son muy raras".

La relatividad restringida

La "investigación de las leyes fundamentales". ¿Cuál es la primera investigación de la que partió Einstein para iniciar su gran construcción teórica y cuál fue la "idea común" que tal investigación quiso anular? La investigación se llama "relatividad restringida" y la idea común que anuló se llama "éter".

En junio de 1905, el joven Einstein publica en una revista alemana especializada "Anales de Física", tres artículos destinados a conmover al mundo científico y que significaron el primer anuncio de la más grande revolución científica desde los tiempos de Galileo.

El tercer artículo en particular, de sólo treinta páginas y que lleva el título poco atractivo de *Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento*, significó el verdadero acto de nacimiento de la "teoría de la relatividad". Su autor no era un académico, sino un simple empleado de la Oficina de Patentes de Berna.

"Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento" el físico del siglo XIX sostenía que, dado que las ondas se pueden propagar sólo en un medio material, debía existir, en consecuencia, un medio material, o al menos una "sustancia", a través de la cual se propagarían las ondas electromagnéticas. A ese medio lo denominó éter y supuso que nuestro universo está totalmente sumergido en esa sustancia imponderable de la cual conocía, por lo menos, una propiedad: la de trasmitir las ondas electromagnéticas.

Antes de Einstein los físicos habían imaginado el espacio entero como un recipiente que contiene una especie de sustancia invisible e inmutable: el éter, llamado también "éter luminoso", es decir, portador de ondas luminosas. Efectivamente, esta sustancia —ello fue explicado más tarde— permitía a las ondas luminosas propagarse, del mismo modo que no sería posible concebir las ondas del agua sin admitir la existencia del agua.

Naturalmente, como el éter es inmóvil, todo cuerpo que en él se mueve debería encontrar un "viento de éter" que lo comprimiera en sentido contrario, tal como —podríamos decir— los pasajeros de un automóvil descubierto que corre a lo largo de un camino son golpeados por una corriente de aire, aunque el tiempo no sea ventoso. Dado que la Tierra se mueve alrededor del sol a una velocidad de treinta kilómetros por segundo, debería existir una especie de viento provocado por la existencia del éter cósmico.

El viento de la nada

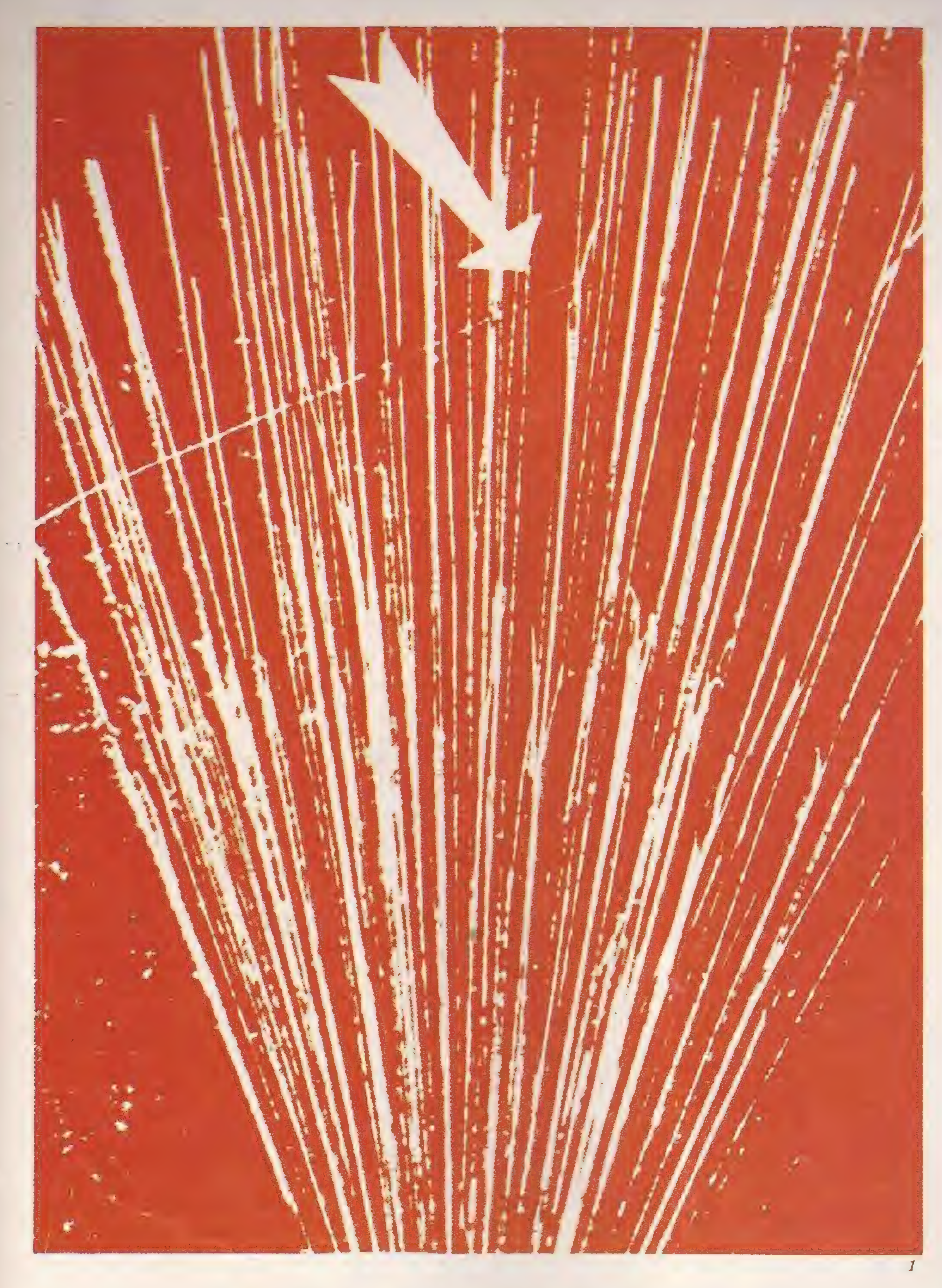
Cuando Albert Einstein tenía sólo ocho años, Michelson y Morley, dos físicos norteamericanos, se propusieron medir el tiempo empleado por la luz para recorrer su camino en dos casos diferentes: en el que la luz se propagaba en la dirección coincidente con el viento, y en el que la propagación era perpendicular a esa dirección (sería algo así como medir la velocidad de una barca que costea un río y otra que lo atraviesa). Los resultados de Michelson y Morley parecieron paradójicos e inexplicables: en cualquier dirección que viajase la luz, a favor o en contra del "viento de éter", su velocidad resultaba constante y no parecía en nada turbada por la diferente dirección del mismo "viento". Los dos físicos, en conclusión, pensaron que habían "fracasado" en su experiencia por falta de esmero.

A diez y ocho años de esta experiencia fallida, aparecía, paradójica, expuesta en las treinta páginas *Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento* la explicación de Einstein: el "viento de éter" no influye sobre la velocidad de la luz, porque no existe.

Y si no existe un viento de éter no tiene sentido, por lo tanto, hablar de movimiento absoluto ya que no tiene sentido un movimiento referido a la nada. Sólo se puede hablar de "movimientos relativos", del movimiento de un cuerpo material respecto de otro. No debía asombrar pues, que Michelson y Morley, midiendo la velocidad de la luz, no hubieran llegado siquiera a demostrar si la Tierra se movía o estaba quieta con relación al éter, dado que la velocidad de la luz era constante en todas las direcciones y no daba cuenta de ninguna modificación. En el fondo, su situación no difería mucho de la descrita por Galileo. "Encerráos con un amigo en la mayor cámara bajo cubierta de algún gran navío, en la cual se hallen también moscas, mariposas y otros insectos; que haya también una pecera con peces; suspéndase incluso un recipiente que haga caer, gota a gota, agua dentro de otro vaso de boca angosta colocado abajo; y estando quieto el barco, observad cómo los animalitos vuelan con velocidad pareja por toda la cámara; los peces nadarán indiferentemente en todas las direcciones; las gotas que caen se introducirán en la boca del vaso inferior, y vosotros, tirándole al amigo alguna cosa, con el mismo esfuerzo la podréis tirar tanto en aquélla dirección como en ésta cuando las distancias sean iguales, y podréis saltar, como se dice, con los pies juntos, hasta igual altura en cualquier lugar de dicha cámara. Haréis todo esto sin ningún inconveniente mientras la nave permanece quieta; haced mover la nave, aun a toda velocidad (siempre que el movimiento sea uniforme y no fluctuante de aquí para allá), y no observaréis la más mínima mutación en todos los efectos nombrados y no podréis comprender, a través de ellos, si la nave se mueve o está quieta . . ."

El fin del espacio absoluto

Encerrado con su amigo, Edward Morley, en su laboratorio, Albert Abraham Michelson —como el viajero de Galileo— no supo pronunciarse si la nave-Tierra se movía o no.[5] El hecho era que, como en el ejemplo de Galileo, no tenía sentido hablar de "movimiento" en absoluto; más justo era hablar de movimiento "respecto de": las moscas y las mariposas se mueven "respecto de" la cabina de la nave considerada como quieta; la nave se mueve "respecto de" la Tierra, considerada como firme, y así su-



1

1. Una fotografía tomada en la cámara de Wilson, por P. M. S. Blackett y de D. S. Lee. En el punto indicado por la flecha se verifica una de las primeras transmutaciones artificiales de la materia. De experimentos como éste, se obtuvieron los conocimientos necesarios para la construcción de la bomba atómica.

2. Representación esquemática de algunas reacciones nucleares.

cesivamente . . . O, para cambiar el tenor del ejemplo, un tren en marcha se mueve respecto de un automóvil detenido en un paso a nivel; éste, detenido, se mueve con respecto a un pasajero asomado a la ventanilla del tren en marcha; pero tanto el conductor del coche como el viajero del tren pueden aplicar al otro —como veremos luego— las mismas leyes físicas.

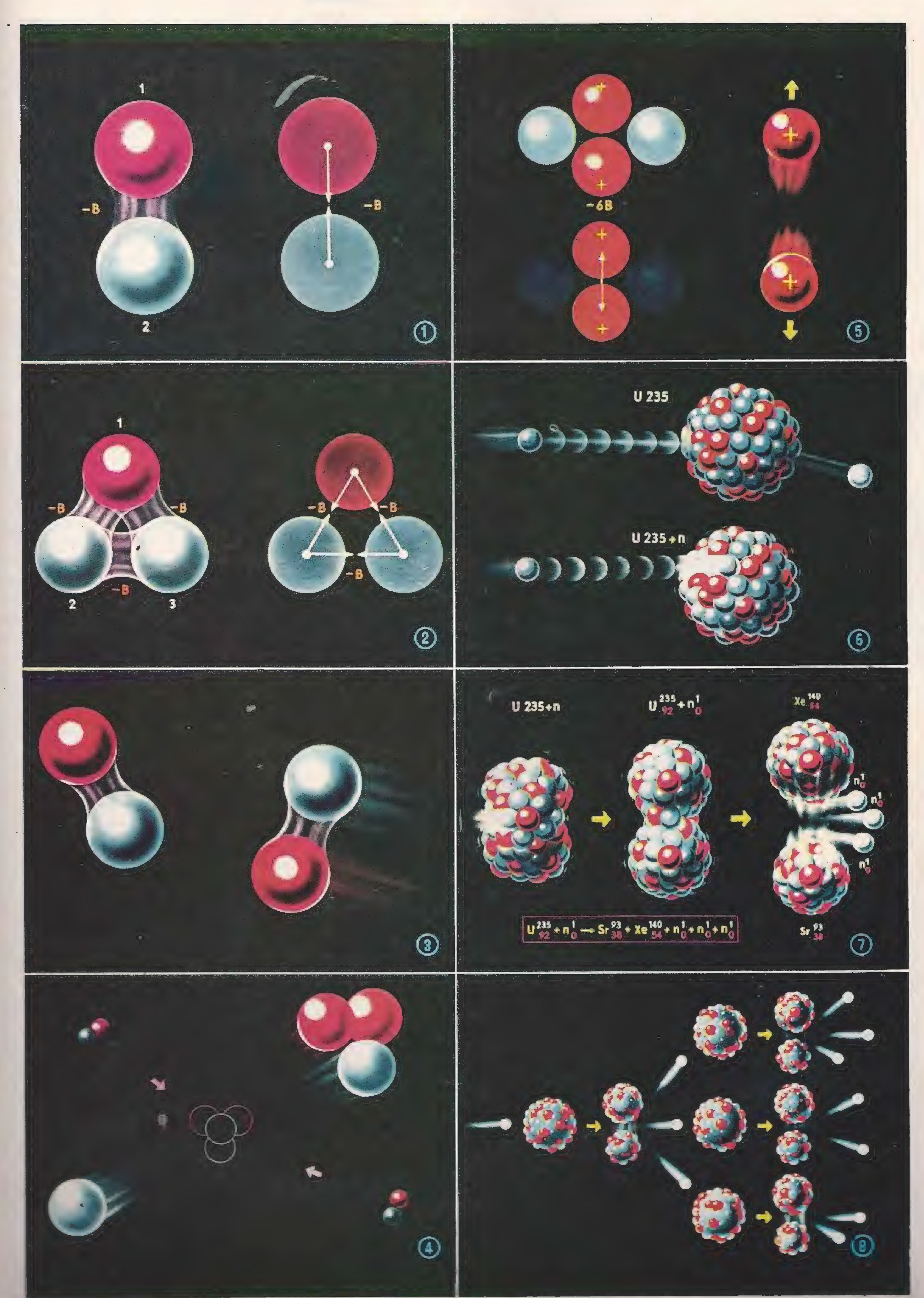
Sólo tiene sentido hablar de movimiento en relación a un sistema de referencia considerado inmóvil. Einstein entendía así el principio de relatividad de Galileo desde el campo de los fenómenos mecánicos hasta el de los fenómenos electromagnéticos: sin mirar fuera de la Tierra es imposible descubrir forma alguna de movimiento en el espacio.

Las dos suposiciones fundamentales de la teoría de la "relatividad restringida" fueron por lo tanto éstas: a) independientemente del movimiento de su fuente la luz se mueve siempre a través del espacio vacío con una velocidad constante. Por lo tanto, la velocidad de la luz es la misma en todos los sistemas de referencia que se mueven con un movimiento uniforme los unos respecto de los otros; b) no hay manera de establecer si un cuerpo está quieto o en movimiento uniforme respecto de un éter fijo. Es así que, resultando "todo relativo", esta premisa sugiere una hipótesis: todas las leyes de la naturaleza son las mismas en todos los sistemas de referencia en movimiento uniforme los unos relativamente a los otros.

Por lo tanto, "la relatividad restringida" tomaba como principio que, cuando dos cuerpos están en movimiento rectilíneo uniforme, el uno relativamente al otro, todas las leyes de la física —sean las de la dinámica corriente como las correspondientes a la electricidad y al magnetismo— son exactamente idénticas para los dos cuerpos.[6] Para volver a nuestro ejemplo, el automóvil detenido en el paso a nivel se aleja del viajero asomado a la ventanilla del tren en marcha a la misma velocidad, pero en sentido contrario, que el viajero de la ventanilla se aleja del automóvil.

La primera consecuencia de la "relatividad restringida" es la modificación sustancial de los conceptos de espacio y de tiempo. El espacio absoluto —escribió Newton en sus *Principios matemáticos de la filosofía natural*— por su naturaleza se mantiene siempre igual e invariable sin ninguna relación con lo exterior. El tiempo absoluto, verdadero y matemático, transcurre del mismo modo, sin ninguna relación con lo exterior".

También aquí es preciso liberarse de las "ideas comunes" [7] para tratar de captar las paradojas aparentes puestas en claro por aquellas coherentísimas similitudes que Einstein llamaba "experimento ideal". Dos sucesos simultáneos que se verifican en dos puntos diversos de un sistema no resultan



1
−B
−B
2
1
−6B
5
U 235
U 235 + n
6
1
−B
−B
−B
−B
−B
2
−B
3
2
U 235+n
$U^{235}_{92} + n^1_0$
Xe^{140}_{54}
n^1_0
n^1_0
n^1_0
$U^{235}_{92} + n^1_0 \rightarrow Sr^{93}_{38} + Xe^{140}_{54} + n^1_0 + n^1_0 + n^1_0$
Sr^{93}_{38}
3
7
4
8


1

así si son observados desde otro sistema, en movimiento con respecto al primero.

Es decir que, al menos parcialmente, el espacio es intercambiable con el tiempo. Para aclarar este concepto partamos del ejemplo elemental proporcionado por el extraordinario divulgador y lúcido científico que es George Gamow. Consideremos un viajero sentado a la mesa en un tren en marcha; primero come la sopa, luego la carne y finalmente el postre. Estos hechos se realizan todos en el mismo lugar (la mesa), pero en instantes sucesivos. Sin embargo, para un observador adherido a la vía férrea, el viajero consume la sopa y el postre a una distancia de varios kilómetros. Esta conclusión aparentemente insignificante puede ser formulada así: "Hechos que se verifican para un sistema en el mismo lugar, pero en instantes sucesivos, se verifican en lugares diversos para un sistema en movimiento respecto del otro".

La quiebra del concepto newtoniano de "tiempo absoluto" y la relación entre espacio y tiempo han sido puestas en evidencia por la quiebra de la noción clásica de la contemporaneidad absoluta de dos sucesos. Para demostrar la macroscópica contradicción implícita en el concepto de "contemporaneidad" nos servimos de "experimentos ideales" en los que entran en juego inmensas distancias y enormes velocidades. Sigamos los argumentos de Bertrand Russell: "(. . .) el telégrafo sin hilos viaja con la velocidad de la luz, de manera que no puede esperarse que haya nada más veloz. Lo que un hombre hace como consecuencia de la recepción de un radiomensaje, lo hace *después* que el mensaje ha sido enviado (. . .) Pero todo lo que hace mientras el mensaje se halla en viaje no puede ser influido por el envío del mensaje, y tampoco puede influir sobre quien envía el mensaje hasta algún tiempo después que el mensaje ha partido.

Es decir que, si los dos cuerpos están separados por una larga distancia, el primero no puede influir sobre el otro sino después de un cierto lapso; lo que ocurre antes que haya transcurrido este tiempo no puede influir sobre el cuerpo distante.

Suponed que se produzca en el sol un evento importante; hay un período de dieciséis minutos sobre la Tierra durante el cual ningún suceso puede influir sobre el hecho importante verificado en el sol ni éste, a su vez, pudo haber influido sobre aquél. Lo que permite considerar el período de dieciséis minutos sobre la Tierra como ni precedente ni sucesivo al evento solar".

Se trata, por lo tanto, de superar la vieja distinción entre tiempo y espacio basada en la convicción de que es posible describir el universo en términos puramente espaciales, en un instante dado; de darse cuenta de que esto no puede hacerse a menos de indicar el momento en el cual un cuer-

po es tomado en consideración, porque ese momento influye claramente sobre la determinación del cuerpo mismo. En definitiva se trata, más que de hablar de un cuerpo espacial (tridimensional) en un momento dado, de hablar de un "evento", es decir, de algo que está definido por cuatro dimensiones, de alguna manera conexas. El mundo de los eventos constituye un "continuo cuatridimensional" (tres dimensiones espaciales y una temporal), un continuo "espacio-temporal".

Itinerario académico y moral

Después de la publicación de los primeros artículos sobre la "relatividad restringida" la fama del joven empleado de la Oficina de Patentes se difundió rápidamente por el mundo científico. Durante un cierto período Einstein fue *Privatdozent* de la Universidad de Berna, más tarde obtuvo la cátedra del Politécnico de Zurich y, finalmente, en 1910 fue nombrado profesor en la Universidad de Praga, por decreto del emperador de Austria, Francisco José. En el imperio austro-húngaro el reglamento para los empleos públicos obligaba a declarar la religión que se practicaba. Así como había abandonado la ciudadanía alemana, Einstein se había alejado desde niño de toda confesión religiosa ("... aunque hijo de padres —judíos— absolutamente ateos, se hizo muy creyente, pero cesó repentinamente de serlo a la edad de doce años"). Pero una vez instalado en el ambiente universitario de Praga, Einstein advierte los primeros signos de la mentalidad antisemita, destinada a desembocar, veinte años más tarde, en la más fanática de las intolerancias. Para Einstein eso fue un desafío. Las personas que le aconsejan dejarse deslizar sobre tan escabroso tema y aprovechar la pregunta de reglamento para dejar constancia, incluso oficial, de su abandono del judaísmo, lo inducen de hecho a elegir una salida no comprometida. En el cuestionario, a la pregunta: religión, escribe la palabra: "judía".

Más tarde, cuando frecuente Alemania como docente universitario y el antisemitismo ya haya avanzado considerablemente, entonces estigmatizará la atmósfera de desprecio, de silenciosa e irracional hostilidad que constituye el terreno de incubación de los violentos episodios de la Alemania hitlerista. Escribirá con tristeza: "He visto el indigno mimetismo de judíos de valor, y mi corazón ha sangrado". Su decisión de 1910 quiso ser una clara toma de posición contra cualquier mimetismo: "Descubrí que era judío, y este descubrimiento lo debo más a los no judíos que a los judíos".

El valor de la realidad

Si alguien tuvo poco amor por el término "relatividad" fue el propio Einstein: por años y años continuó escribiendo la palabra entre comillas. Él, en efecto, estaba muy lejos de transformar la física y sus leyes en un conjunto de construcciones del todo "relativas a la posición del espectador" como repiten algunos erróneamente y que, a la larga, termina en la afirmación vulgar de que "todo es relativo". Por el contrario, su intención fue excluir de las leyes de la física cuanto fuera puramente relativo, para lograr de este modo una sistematización de las leyes físicas, absolutamente independiente de las condiciones del espectador.

Si, por una parte, Einstein ha demostrado que 'la condición del observador tiene una importancia mayor de la que se ha podido pensar", por la otra ha indicado cómo se pueden sobrepasar esas condiciones "relativas" para que lleguen a ser válidas para todo observador.

En la base de todo su trabajo existe la confianza en que el mundo físico es un "hecho real", la certeza de que si las "imágenes del mundo" están destinadas a ser abandonadas y sustituidas por otras, más allá de ello existe un "mundo" real, una naturaleza a la cual los hombres tratan, indefinida pero progresivamente, de adecuarse con sus "imágenes".

Este proceso de adecuación está magistralmente descripto por Einstein en una bella página: "La fe en un mundo exterior independiente del individuo que lo explora, constituye la base de toda ciencia de la naturaleza. Puesto que la percepción de los sentidos no proporciona sino indicios indirectos de este mundo exterior, de esta «realidad física», esta última no puede ser aprehendida por nosotros más que a través de la vía especulativa. A ello se debe que nuestras concepciones sobre la realidad física no puedan nunca ser definidas. Si queremos estar de acuerdo, según una lógica, tan perfecta como sea posible, con los hechos perceptibles, debemos estar siempre prontos a modificar estas concepciones; dicho de otra manera, a modificar el fundamento axiomático de la física. En realidad, si se da una ojeada a la evolución de la física, puede comprobarse que, en el curso de los tiempos, este fundamento ha sufrido cambios profundos".

El Dios de Spinoza

Esta fe en la naturaleza, esta confianza en el "mundo real" constituye la esencia de la religión de Einstein; a las religiones reveladas había renunciado desde niño. Judío, hijo de judíos no religiosos, frecuentó los cursos inferiores de un instituto católico y se alejó muy pronto de toda religión. Su retorno al judaísmo estuvo determinado por razones humanas: representó una afirmación de libertad contra la insurgente intolerancia antisemita.

Y sin embargo este ateo convencido no dejó jamás de hablar de religiosidad o de re-



2

1. Einstein en América en 1919.

2. Einstein toca el violín en la Sinagoga de Berlín en 1930.





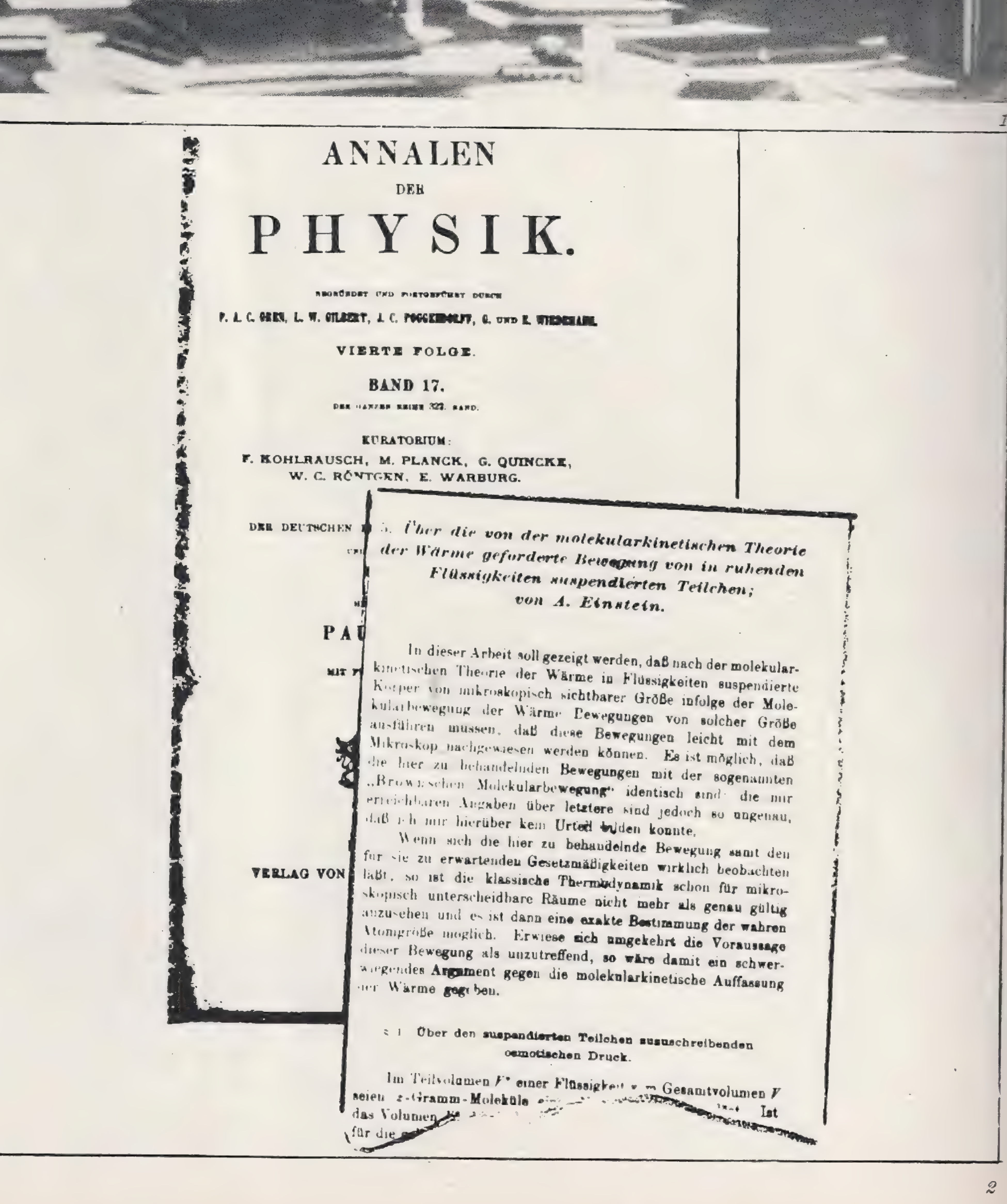
En la página precedente, el interior de un reactor nuclear en Los Alamos.

1. Los participantes en el congreso de física Solvay de Bruselas, en 1911. (A partir de la izquierda, de pie: Goldschmidt, Planck, Rubens, Sommerfeld, Leindemann, de Broglie, Knudsen, Hasenohrl, Hostelet, Herzen, Jeans, Rutherford, Kamerlingh Onnes, Einstein, Langevin. Sentados: Nernst, Brillouin, Solvay, Lorentz, Warburg, Perrin, Wien, Mme. Curie, Poincaré.)

2. Cubierta de los "Anales de Física" de 1905 y de una página del artículo allí publicado por Einstein.

3. Einstein posa para una fotografía.

1



ANNALEN

DER

PHYSIK.

BEGRÜNDET UND FORTGEFÜHRT DURCH

F. A. C. GREN, L. W. GILBERT, J. C. POGGENDORFF, G. UND E. WIEDEMANN.

VIERTE FOLGE.

BAND 17.

DER GANZEN REIHE 322. BAND.

KURATORIUM:

F. KOHLRAUSCH, M. PLANCK, G. QUINCKE, W. C. RÖNTGEN, E. WARBURG.

DER DEUTSCHEN

PAU

VERLAG VON

5. *Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen; von A. Einstein.*

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, daß nach der molekularkinetischen Theorie der Wärme in Flüssigkeiten suspendierte Körper von mikroskopisch sichtbarer Größe infolge der Molekularbewegung der Wärme Bewegungen von solcher Größe ausführen müssen, daß diese Bewegungen leicht mit dem Mikroskop nachgewiesen werden können. Es ist möglich, daß die hier zu behandelnden Bewegungen mit der sogenannten „Brownschen Molekularbewegung" identisch sind; die mir erreichbaren Angaben über letztere sind jedoch so ungenau, daß ich mir hierüber kein Urteil bilden konnte.

Wenn sich die hier zu behandelnde Bewegung samt den für sie zu erwartenden Gesetzmäßigkeiten wirklich beobachten läßt, so ist die klassische Thermodynamik schon für mikroskopisch unterscheidbare Räume nicht mehr als genau gültig anzusehen und es ist dann eine exakte Bestimmung der wahren Atomgröße möglich. Erwiese sich umgekehrt die Voraussage dieser Bewegung als unzutreffend, so wäre damit ein schwerwiegendes Argument gegen die molekularkinetische Auffassung der Wärme gegeben.

§ 1. Über den suspendierten Teilchen zuzuschreibenden osmotischen Druck.

Im Teilvolumen V^* einer Flüssigkeit vom Gesamtvolumen V seien z-Gramm-Moleküle [illegible] Ist das Volumen [illegible] für die [illegible]

2

ligión. Hizo de ello no sólo el fundamento de su ética sino también el estímulo profundo de todo interrogante válido, de toda búsqueda: "Quién crea que su propia vida y la de sus semejantes está privada de significado no es sólo infeliz, sino que apenas es capaz de vivir".

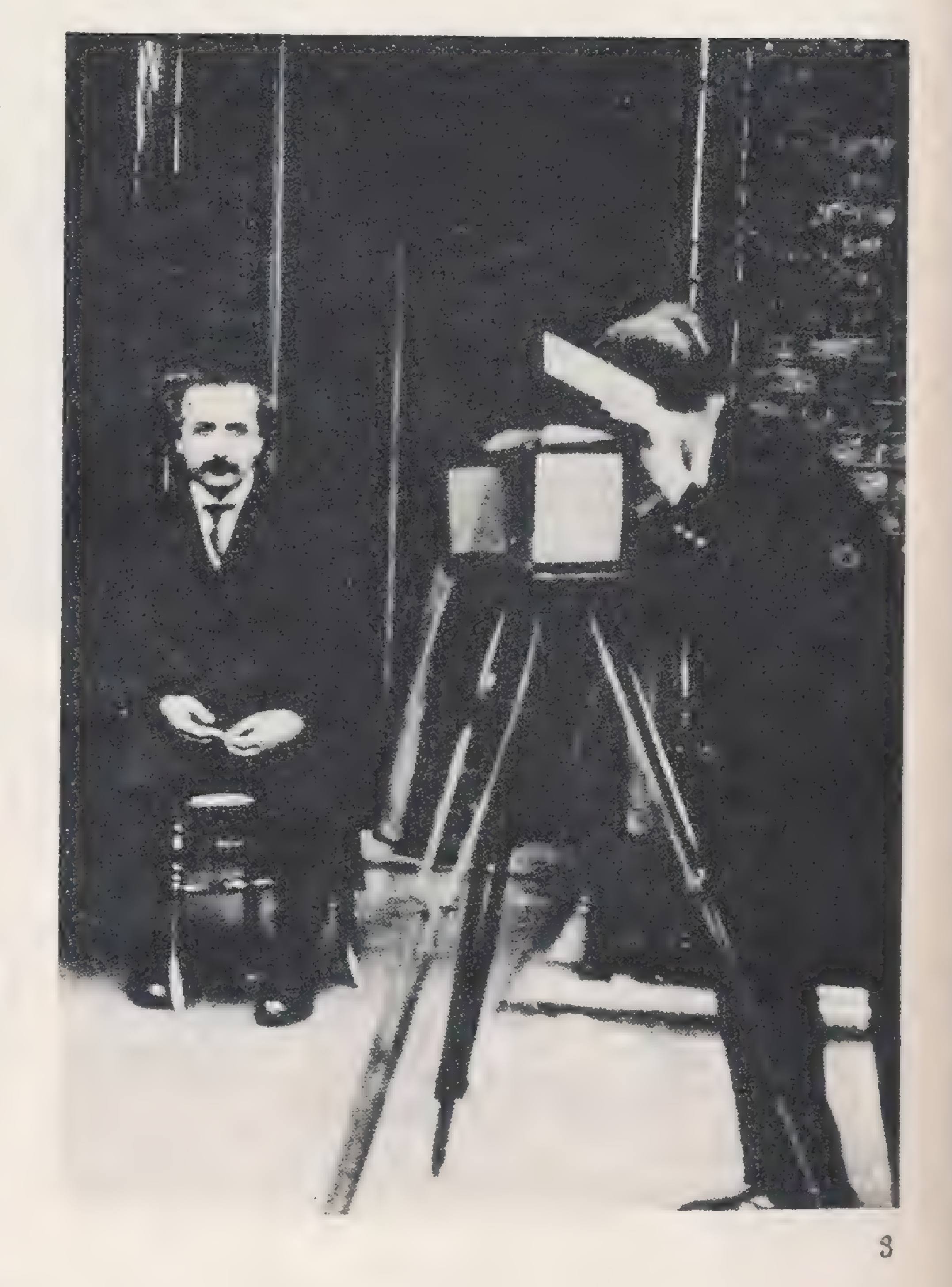
Y nadie como él advirtió con humildad el sentido del misterio. "La más hermosa y profunda emoción que podemos experimentar es el sentido del misterio. En él está el origen de todo arte, de toda verdadera ciencia. Quien no haya jamás probado esta emoción, quien no se ha detenido para meditar y quedar cautivo en temerosa admiración, está como muerto; su vida se ha apagado. La sensación del misterio —aun si está acompañada por el miedo— encuentra también su origen en la religión. La certeza de que aquello que es impenetrable existe realmente y se manifiesta a través de la más alta sabiduría, de la belleza más radiante —y nuestras débiles facultades sólo lo pueden comprender en su forma más primitiva—, este conocimiento, este sentimiento está en el centro de la verdadera religiosidad. Es en este sentido, sólo en él, que soy un hombre profundamente religioso... Me contento con aceptar el misterio de la vida eterna, con tener la conciencia y la intuición de la maravillosa arquitectura del mundo existente y con aspirar a comprender la infinitésima parte de la religión que se manifiesta en la naturaleza...", y todavía: "es cierto que en la base de todo trabajo científico algo delicado se encuentra la convicción de que el mundo está fundado sobre la razón y que de este modo puede ser comprendido. Esta convicción, ligada al sentimiento profundo de la existencia de una mente superior, que se manifiesta en el mundo de la experiencia, constituye para mí, la idea de Dios; en lenguaje corriente, puede llamarse panteísmo".

Precisó en otra ocasión: "Creo en el Dios de Spinoza, que nos revela una armonía de todos los seres, y no en un Dios que se ocupe del destino y de las acciones de los hombres". Por lo tanto, para Einstein, la religión fue sobre todo el sentimiento místico de las leyes del universo, la certeza de la existencia de un mundo real exterior a nosotros y de la capacidad de la razón de acercarse indefinidamente a éste: "¡Qué profunda fe en la racionalidad de la estructura del mundo, qué ardiente deseo de conocer —aunque más no fuera un ínfimo rayo de la razón revelada en el mundo— debieron poseer un Kepler o un Newton!" Arnold Sommerfeld contaba: "He preguntado a Einstein, a quien considero el más grande filósofo viviente: "¿Existe una realidad fuera de nosotros?" Y Einstein me respondió: "Sí, yo creo en ella".

Su religiosidad, que se basaba en la fe, en la realidad y en la razón, se expresa bastante bien en dos aforismos que Einstein gustaba repetir: "Dios no juega a los dados", que expresa su fe en la posibilidad de descubrir un sistema de leyes que permitiera construir una imagen racional del mundo real. El otro, ahora inscripto en el aula magna del Instituto de Altos Estudios de Princeton, donde Einstein vivió sus últimos años, dice: "Dios es complicado, pero no es malo". Era un modo de repetir su idea clave expresada en 1936 en un largo estudio sobre la "Física de la realidad". "Lo que sigue siendo eternamente incomprensible en la naturaleza es que se la pueda comprender".

La búsqueda de una unidad conceptual

No obstante, fue este místico, este enamorado del universo, este investigador apasionado de la síntesis última, quien llevó la ciencia hacia el plano de la dicotomía, de la especialización fragmentada. El teorizante de la "relatividad" mirará siempre con cierto recelo el principio de indeterminación de Werner Heisenberg que —en 1927— había puesto en evidencia la imposibilidad de individualizar y separar netamente el comportamiento de las partículas atómicas de la acción ejercida sobre ellas por los instrumentos que servían para observarlas; de ahí la imposibilidad de aislar y distinguir al "observador" del fenómeno observado. Guardará siempre recelo ante la aparición del término "probabilidad" en la física contemporánea y trabajará hasta el fin de sus días en la "teoría del campo unificado" que debía resumir en la síntesis más vasta —y posiblemente más simple— una "imagen del mundo" más coherente y fiel a la "realidad". El constructor de la imagen del mundo en el que vivimos debió sus primeros éxitos científicos a otros estudios suyos y no a la teoría de la "relatividad". Esto no debe asombrarnos; Max Born ha repetido muchas veces: "A mi parecer, Albert Einstein sería uno de los más grandes físicos teóricos de todos los tiempos aunque no hubiera escrito ni una sola línea sobre la "relatividad". Por otra parte, en aquel famoso 1905, que debía señalar su ingreso triunfal en la historia de la ciencia, Einstein había publicado, en los "Anales de Física", no sólo su artículo *Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento*, base de la relatividad restringida, sino también otro no menos famoso, que contenía la teoría particularizada del movimiento browniano y un tercero que interpretaba el efecto fotoeléctrico sobre la base de la teoría de los "quanta". Y en 1921 el premio Nobel le fue asignado por una memoria sobre el efecto fotoeléctrico.



3

El carnaval de la popularidad

En 1913 los conflictos religiosos y nacionales que conmovían a la Universidad de Praga indujeron a Einstein a renunciar.

HOLDS UP FREEDOM OF CITY TO EINSTEIN

Alderman Falconer Blocks Move to Grant Official Honors to Two Scientists.

NEVER HEARD OF HIS THEORY

Alderman Friedman Shakes Fist in Face of Opponent and Calls Action an Insult.

1

NAZIS HUNT ARMS IN EINSTEIN HOME

Only a Bread Knife Rewards Brown Shirts' Search for Alleged Huge Cache.

OUSTING OF JEWS GOES ON

Physicians Are Removed From Hospitals and Judges From the Criminal Courts.

2

Briton Offers London Home To Einsteins

Scientist, in Southampton, Is Invited to Stay a Year by Conservative M. P.

French Jews Vote Boycot

Scores Hurt in Race Ri in Poland and Bulga

By The United Press

LONDON, March 27.—Profess Einstein today was offer of a house in London servants for one year composed exile the pre

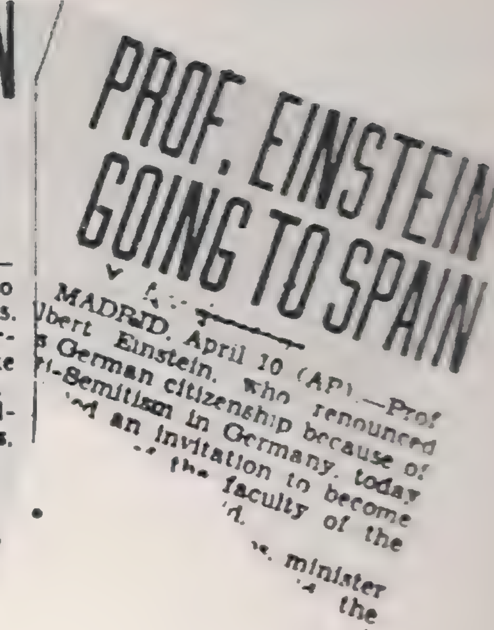
BELGIAN HAVEN FOR EINSTEIN

ANTWERP, Belgium, Mar. 29.—Prof. Albert Einstein is going to stay in Belgium for five months, and will remain away from Germany, his home, if conditions like those prevalent today continue.

Arriving here aboard the Belgenland from the United States, the German savant said:

"I consider Germany a country with a 'sick psychology.' I will never return while this situation lasts.

"I intend to remai gium more th staying at Ostend



PROF. EINSTEIN GOING TO SPAIN

MADRID, April 10 (AP).—Prof. Albert Einstein, who renounced his German citizenship because of anti-Semitism in Germany, today accepted an invitation to become a member of the faculty of the ...d. ... minister ... the

3



IS EINSTEIN'S ARITHMETIC OFF?

IS THE EINSTEIN THEORY A CRAZY VAGARY?

4

'Refuse to Testify,' Einstein Advises Intellectuals Called In by Congress

By LEONARD BUDER

Dr. Albert Einstein, in a letter made public yesterday, said that every intellectual called before a Congressional investigating committee should refuse to testify and "must be prepared economic ruin, in sacrifice of his person the interest of the cul of his country."

the postscript that it need not be considered confidential.

Reached by telephone at his home in Princeton, N. J., Dr. Einstein confirmed the letter, which

Darling Cites Einstein on Testifying

COLUMBUS, O., June 18 (AP)—An ousted Ohio State University professor refused today to say whether he was a Communist because "I agree with my fellow physicist, Albert Einstein, that I should refuse to answer ... tion."

Byron ... before ... Activitie ... ing. He ... sion

Einstein Again Praises A Witness for Balking

BUFFALO, April 19 (AP)—Dr. Albert Einstein told a Buffalo union leader he did "the right thing" in defying a Congressional subcommittee, the unionist said today.

It was the third time Dr. Einstein was publicly revealed as having ... individuals

EINSTEIN RALLIES DEFENSE OF RIGHTS

In Replies on Eve of His 75th Birthday He Advocates Resistance to 'Inquisition'

WILLIAM L. LAURENCE

Special to THE NEW YORK TIMES.

PRINCETON, N. J., March 13 —Prof. Albert Einstein today ...ed all intellectuals ... cooperate in

5

Regresó a Zurich, pero por poco tiempo. Dos ilustres físicos alemanes, Max Planck y Walter Nernst, se pusieron en contacto con él para proponerle, en nombre del emperador Guillermo II, la dirección del Centro alemán de investigaciones en física teórica. Si aceptaba el puesto sería también nombrado miembro de la Academia de Ciencias de Prusia y profesor de la Universidad de Berlín. Einstein se mostró dispuesto a aceptar, con una condición: la de no ser constreñido a asumir nuevamente la ciudadanía alemana, la que había abandonado en su adolescencia siguiendo lo que consideraba su deber.

Einstein permanecerá en Berlín durante diecisiete años. Hizo frecuentes viajes al exterior y su fama se difundió en los ambientes más diversos, y el hombre de la calle, que ignora por cierto todo lo referente a la relatividad y casi todo lo referente a la física teórica, aprende a alimentar una especie de admiración incondicional por ese sabio de cabellos precozmente blancos y de penetrantes ojos. En 1921, durante un viaje a América, Nueva York lo recibe como a un jefe de estado. Hollywood le pide un viejo par de zapatos para colocarlos en su museo.

En Manhattan, un pastor está haciendo construir una imponente catedral cuya fachada será embellecida por las estatuas de todos los grandes hombres que han honrado a la humanidad. Con el objeto de obtener una lista de ellas, el pastor ha enviado una encuesta a todos los estudiosos y docentes americanos. En la lista, de catorce nombres, sólo uno fue mencionado por todos: el de Einstein. Cuando el pastor condujo a Einstein para que contemplara su propia efigie esculpida en la piedra, el físico comentó, con su habitual humorismo: "En rigor, hubiera podido pensar que tarde o temprano se haría de mí un santo judío pero jamás habría supuesto que llegaría a ser un santo protestante".

Demasiado indiferente al carnaval de la popularidad como para que le disgustara, Einstein confesó una vez, incidentalmente, su desagrado por esta pesada, a veces opresiva, atención de la que estuvo rodeado durante toda su vida; fue cuando agradeció a George Bernard Shaw sus gentiles palabras "dirigidas a mi homónimo mítico que me hace la vida singularmente dura".

La relatividad general

Si la teoría de la "relatividad restringida" puede considerarse como una extensión de la relatividad de Galileo, en el campo de los fenómenos mecánicos y en el de los electromagnéticos, siempre y cuando se refiera al movimiento uniforme, la "relatividad general" intenta aplicar los mismos principios al movimiento no uniforme.

La "relatividad restringida" ha hecho evidente que, cuando dos cuerpos se mueven con movimiento uniforme (esto es, en línea recta y con velocidad constante) el uno con relación al otro, las leyes de la física (las mecánicas y las electrodinámicas) son exactamente idénticas para los dos cuerpos.

¿Qué sucede si el movimiento de los dos cuerpos no es uniforme? Si, por ejemplo, uno de los dos cuerpos es la Tierra y el otro una piedra que cae con movimiento acelerado, es decir, cada vez más veloz?

En la tentativa de resolver este problema, Einstein logra formular la "teoría general de la relatividad" diez años después de haber formulado la de la relatividad restringida. La relación entre las dos teorías puede formularse de la manera siguiente: así como los conceptos de quietud y de movimiento son relativos y dependen del sistema de referencia elegido, así también son relativos los conceptos de gravedad y de aceleración; en cierto sentido también la gravedad y la aceleración están íntimamente conectadas entre sí. En un artículo publicado en 1914 sobre la relación existente entre los movimientos acelerados y la fuerza de gravedad, Einstein propone una vez más, un "experimento ideal": imaginemos, dice, una cabina abandonada en el espacio interestelar; a causa de la ausencia de la gravedad —en la cabina— ningún objeto tendrá la más mínima tendencia a moverse. Pero si, mediante la aplicación de dos cohetes, provocamos la aceleración de la cabina, he aquí que dentro de ella todos los objetos serán arrojados hacia el fondo, como si de pronto, existiera una fuerza de gravedad que los "atrajera" hacia abajo.[8] Las recientes experiencias de los astronautas rusos y norteamericanos han llevado estas consideraciones "ideales" al dominio público. Además, la relación entre la aceleración y la gravedad no se refiere sólo a los fenómenos mecánicos, sino también a los electromagnéticos. Un rayo de luz, horizontal en la cabina inmóvil, será desviado hacia abajo en una cabina acelerada. Para probar nuevamente su teoría, Einstein habló de la curvatura de los rayos luminosos que —según él— debía verificarse en la proximidad de la superficie solar. Pero su idea sólo podría ser verificada en un caso de eclipse total, dado que, sólo entonces, los rayos de las estrellas próximas al sol serían visibles.

La ocasión para tal comprobación se presentó cinco años después, en 1919; fue el astrónomo Eddington quien, junto a un grupo de otros científicos ingleses, asumió el encargo de trasladarse a África, donde el eclipse sería total, con el objeto de constatar la veracidad de la *curvatura* de los rayos luminosos. Por motivos bélicos los astrónomos alemanes no tuvieron la posibilidad de acudir. Cuando finalmente Arthur Eddington comunicó a Einstein que los resultados de las observaciones habían confirmado plenamente su teoría, el físico

1. Recorte de un diario norteamericano: la teoría de la relatividad pone en crisis una administración comunal de provincia.

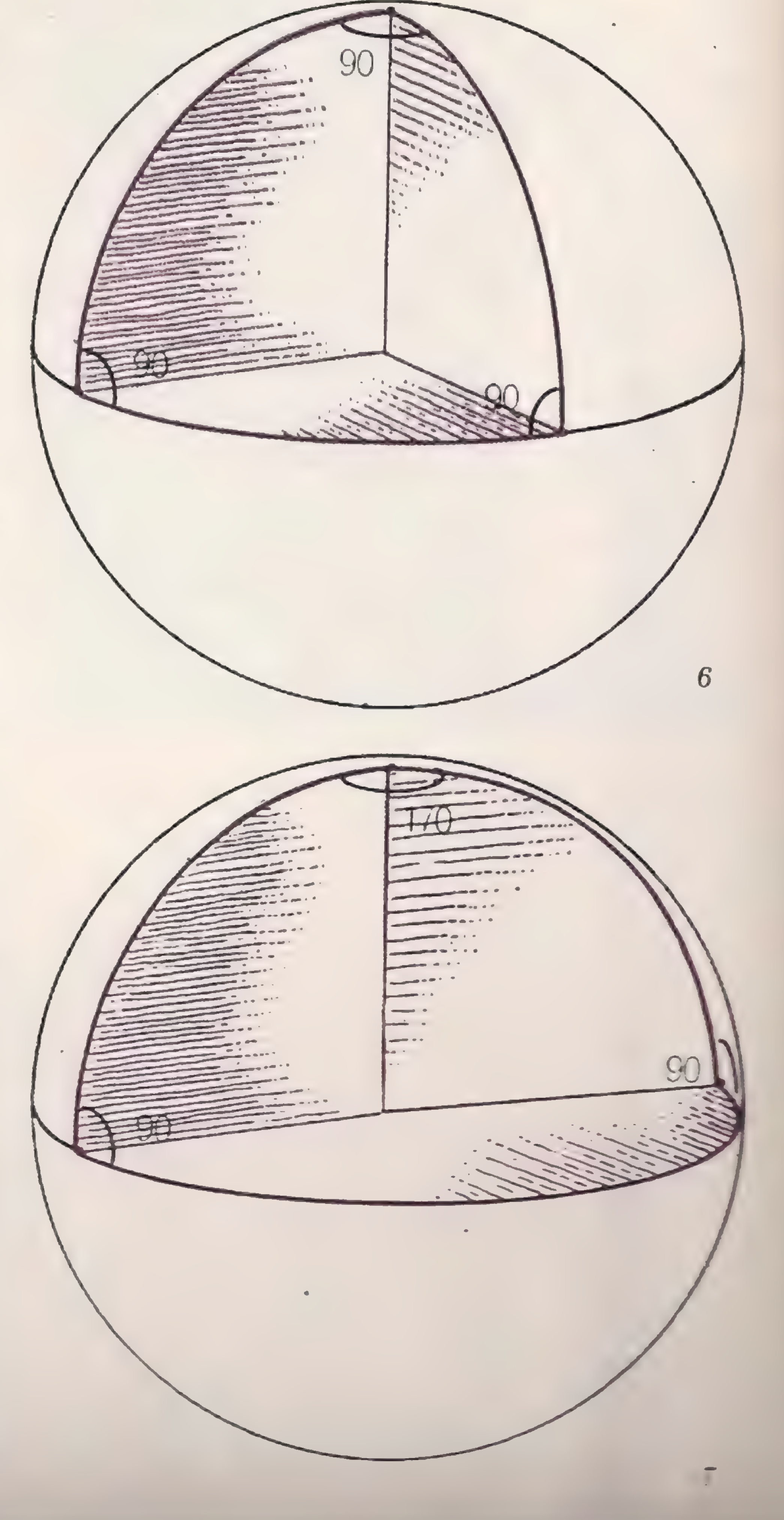
2. En el título de un diario de Estados Unidos se denuncia la irrupción infructuosa de los nazis, en la casa de Einstein, en busca de armas.

3. Recorte de periódicos de 1933: Inglaterra, España y Bélgica ofrecen hospitalidad al exiliado de Alemania.

4. Uno de los tantos artículos escandalosos sobre el presunto absurdo de la teoría de Einstein.

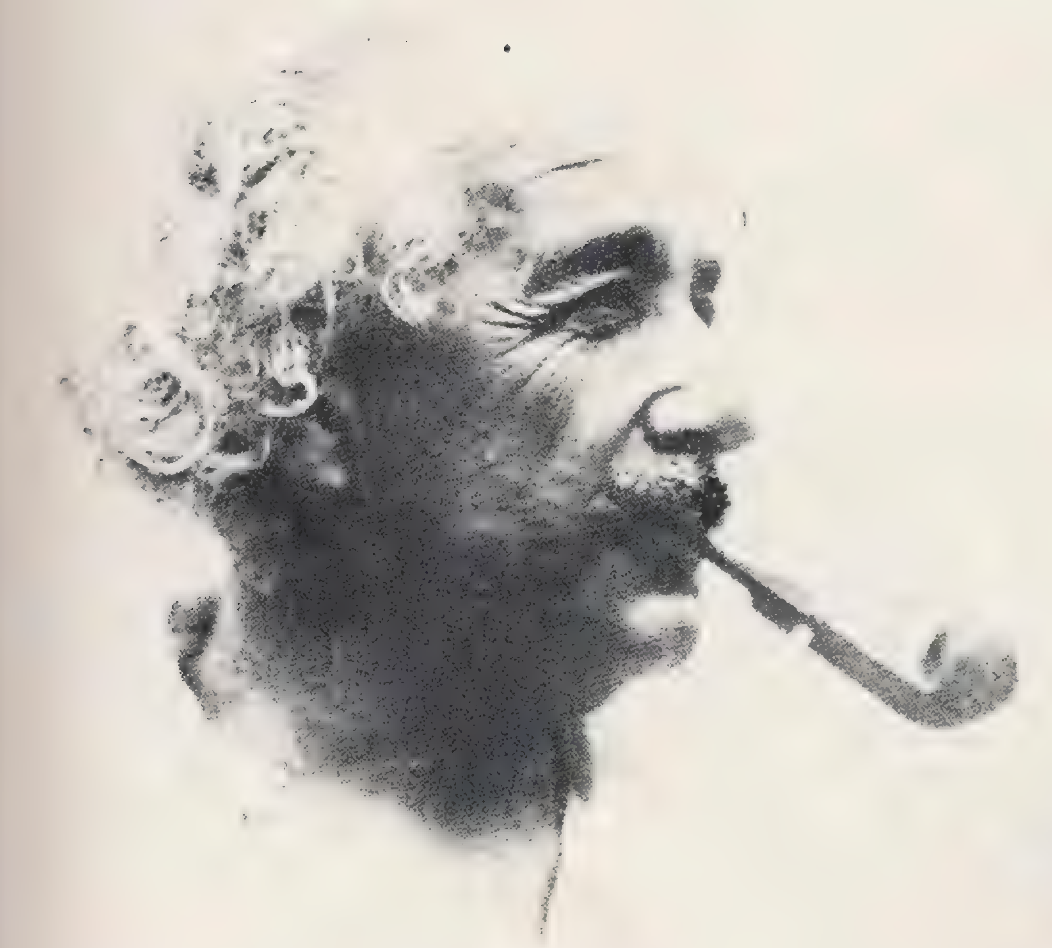
5. Recortes de la prensa norteamericana: la protesta antimacartista de Einstein da coraje a otros científicos para refutar testimonios ante el Congreso.

6, 7. Ejemplos de triángulos esféricos, para los cuales la suma de los ángulos internos es superior a 180°. Tales triángulos constituyen un típico ejemplo de la geometría no-euclidiana de Riemann.



6

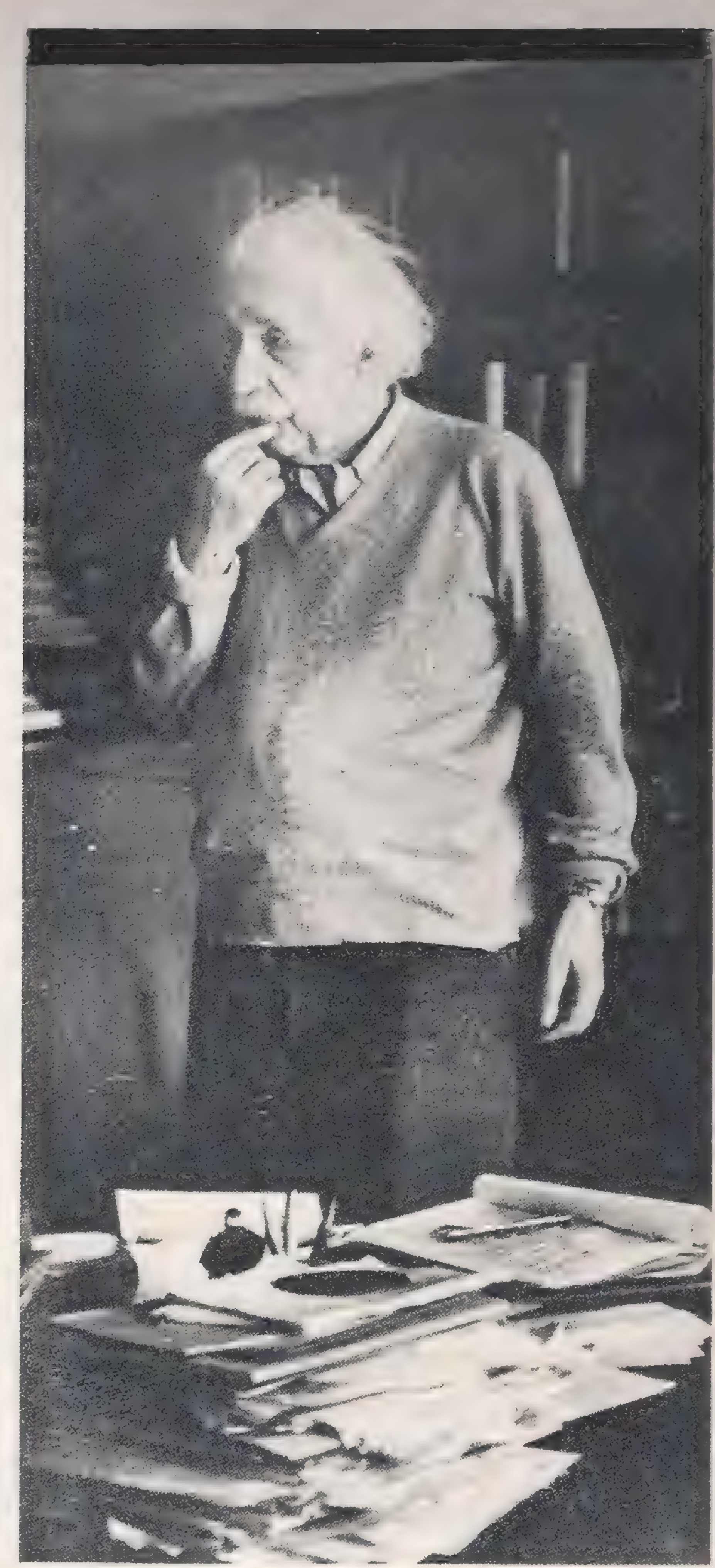
7



1



2



4

1, 2, 3, 4, 5. Albert Einstein en algunas de sus actitudes características.



3



5



1. A. Einstein con el presidente de la Lincoln University.

2. Los participantes en el congreso de física Solvay en Bruselas en 1927. Desde la izquierda, primera fila, sentados: Langmuir, Planck, Mme. Curie, Lorentz, Einstein, Langevin, Guye, Wilson, Richardson; 2ª fila, sentados: Debye, Knudsen, Bragg, Kramers, Dirac, Compton, de Broglie, Born, Bohr; 3ª fila, de pie: Piccard, Henriot, Ehrenfelst, Herzen, de Donder, Schroedinger, Verschaffelt, Pauli, Heisenberg, Fowler, Brillouin.

3. Los premios Nobel Sinclair Lewis, Frank B. Kellog, A. Einstein, Irving Langmuir.

4. Albert Einstein con Irène Joliot-Curie.

5. Albert Einstein con el científico norteamericano Charles Proteus Steinmetz.



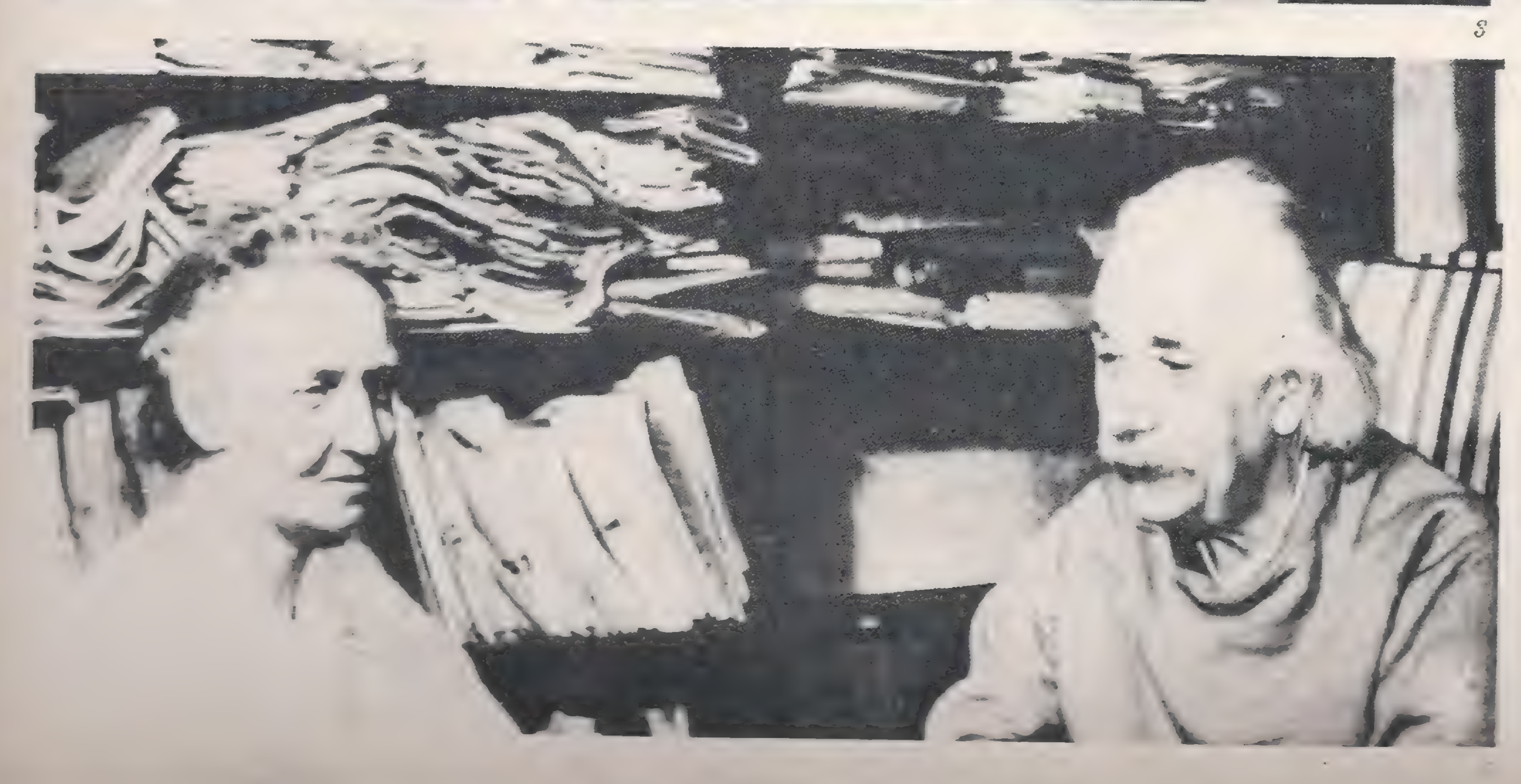
2



3



5





1



2

1. *Un ambiente del siglo XVII reconstruido en el museo de Historia de las Ciencias, de Florencia. Los instrumentos científicos permitían un pobre conocimiento de la naturaleza.*

2. *Un reloj encontrado entre las cenizas de Hiroshima: los instrumentos de conocimiento se transformaron en siniestros artefactos de muerte.*

teórico sonrió molesto; se hubiera sorprendido únicamente si los resultados hubieran sido negativos.

"Einstein –comenta Bertrand Russell– se interesó mucho menos que Eddington en los resultados. Esto hace recordar a aquella admiradora del pintor Whistler, que le dijo haber visto el puente de Battersea con una luz idéntica a la pintada por el artista, a lo que Whistler contestó: «¡Ah, la naturaleza hace progresos!». Se tenía la sensación de que Einstein pensaba que el sistema solar estaba 'haciendo progresos' cuando decidió confirmar sus hipótesis." [9]

Una imagen estable del universo

Con la teoría de la "relatividad general", Einstein había perseguido –una vez más– su fin último: construir una imagen estable del universo, estable más allá de las bases reveladas por la visión newtoniana.

Partiendo de la íntima relación entre la gravedad y la aceleración, Einstein vuelve a postular que todas las leyes de la naturaleza son constantes y permanecen iguales respecto de cualquier observador.

"Puede tratarse –observa Martin Gardner– de un científico en un laboratorio sobre la tierra o sobre la luna o dentro de una gigantesca cosmonave que acelera lentamente su camino hacia una lejana estrella. La teoría de la relatividad le proporciona un conjunto de ecuaciones por medio de las cuales puede describir todas las leyes naturales [10] implícitas en toda experiencia que realice. Estas ecuaciones serán exactamente las mismas, independientemente de su estado de quietud, de movimiento uniforme o de movimiento acelerado con relación a cualquier otro cuerpo."

Pero la "relatividad restringida" y la "general" deben insertarse en un todo más amplio, en una gran explicación geométrica del universo. La geometría de la cual Einstein se sirve para ello no es la clásica, es decir la euclidiana, es una geometría no-euclidiana (es decir, una geometría en la cual el postulado de Euclides –por un punto dado fuera de una recta es posible trazar una y sólo una paralela a la recta dada– es sustituido por otro postulado). La geometría utilizada por Einstein es la tetradimensional de Riemann.

El espacio-tiempo

Para comprender intuitivamente de qué cosa se trata, se puede pensar en un espacio "plano" de dos dimensiones; en él la geometría de Riemann busca representar lo que se encuentra en la superficie de una esfera. Sobre esta superficie existirá aún la línea recta (es decir el "meridiano"), línea recta entendida como el camino más corto entre dos puntos, pero no existirán más rectas paralelas (en efecto, todos los meridianos se encuentran en los dos polos). En la física clásica –la de Galileo, Kepler,

Newton—, si un cuerpo se mueve en el espacio lo hace en línea recta y a velocidad constante, cuando no está ligado a alguna fuerza. Por ejemplo, un planeta se alejaría en línea recta si no lo retuviese la fuerza de gravedad del sol, que "atrae" al planeta en una órbita elíptica. En la física relativista la línea recta, según la cual se mueve un cuerpo, no está en el espacio, sino en el espacio-tiempo. Y en la vecindad de grandes masas materiales —como el sol— el espacio-tiempo sigue una geometría no-euclidiana y se curva: los cuerpos siguen continuamente los caminos más "rectilíneos" posibles, pero lo que es "rectilíneo" en el espacio-tiempo resulta curvo cuando se proyecta en el espacio.

"El sol, es decir su masa, curva el espacio-tiempo, como una bola de aire emergente curva la superficie libre de un estanque". (Bruno Finzi).

En definitiva, todo acontecimiento que tiene lugar en el universo es un acontecimiento que se verifica en un mundo tetradimensional de espacio-tiempo.

Un brillante divulgador norteamericano ya citado, Martin Gardner, describe el espacio-tiempo de Einstein y su geometría curva con este singular ejemplo: "Imaginad una hoja de goma tensa como un trampolín; si le colocamos encima un pomelo, éste le formará una depresión. Una bola de billar colocada cerca de ese pomelo rodará hacia él. El pomelo no "atrae" a la bola; ha creado más bien un campo (la depresión) de estructura tal que la bola, eligiendo el camino de menor resistencia, rueda hacia el pomelo. Así, de manera semejante (muy semejante), el espacio-tiempo es curvado o deformado por la presencia de grandes masas como el sol. Esta deformación es el campo de gravitación."

Por lo tanto, un planeta en movimiento en torno al sol no se mueve en una elipse porque el sol lo "atrae" sino porque el campo es tal que la elipse es el camino más rectilíneo —es decir, el más breve y "natural"— que el planeta puede recorrer en el espacio-tiempo. Este camino se llama geodésica. En definitiva, la ley de gravedad, fundamento de la imagen del mundo dada por Newton, no es más que un caso particular de la curvatura geométrica del espacio-tiempo.[11]

"El universo no puede entenderse —ha escrito Galileo en el siglo XVII— si primero no se aprende a entender la lengua y a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática, y los caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas; sin estos medios no es humanamente posible entender una palabra." "La naturaleza —confirmará en el siglo XX Albert Einstein— es de una armonía interna tan maravillosa que tal vez, de hechos aparentemente desconocidos, se pueden deducir fenómenos todavía no observados, con tal sensación de seguridad como para esperar sin temor, incluso sin curiosidad, la confrontación con la experiencia".

Una apasionada indiferencia

Existen científicos que, durante toda su vida, sienten la exigencia de ver, medir, analizar: son los científicos experimentales. Otros se sirven sólo de un pedazo de papel, de un lápiz y de mucha matemática: son los teóricos. Einstein era uno de éstos. Se había dedicado a la investigación de "leyes elementales", simples, para tratar de vincular entre ellas, muchos datos de la experiencia, y había logrado una creación "hermosa". En cierto sentido, nunca se preocupó por buscar las pruebas experimentales y, cuando éstas llegaron, las acogió con satisfacción complacida, como un obsequio que le era debido.

No defendió nunca sus teorías; cuando Albert Sommerfeld le hizo algunas objeciones respondió con una postal: "Se convencerá de la teoría de la relatividad general cuando la haya estudiado. Porque yo no tengo la menor intención de gastar una palabra en su defensa." Cuando se organizaron conferencias venenosas para destruir sus intuiciones científicas, él asistió en silencio, tal como lo evoca su amigo y colaborador, Leopold Infeld:

"En 1921, cuando fui a estudiar a Berlín, vi con estupor el desagradable espectáculo que se desarrollaba alrededor de la fama de Einstein (...). Vi carteles que anunciaban conferencias contra la teoría de Einstein en una de las salas de conciertos más grandes de Berlín. Fui lo bastante curioso como para comprar una entrada y asistir a una de esas conferencias. Era un doble espectáculo; dos profesores habían sido invitados a hablar (...) Recuerdo también que en el intervalo entre las dos conferencias consecutivas, todos miraban hacia el palco en que estaba sentado Einstein. No sé por qué asistía, pero parecía divertirse mucho en saludar a la gente, en distribuir a su alrededor amplias sonrisas y jocosas risitas y en perturbar el espectáculo con su sola presencia".

Finalmente, cuando la teoría de la "relatividad", a causa del nacionalsocialismo se transformó en "el colosal *bluff* judío", según la definición dada por el premio Nobel Stark, Einstein abandonó para siempre Alemania.

La fuga de las galaxias

La investigación astronómica abre hoy a la teoría einsteniana perspectivas excitantes. ¿Cuál es la imagen del universo que nos presentan los astrónomos a la luz de las últimas investigaciones?

Según la imagen más aceptada, el universo no es un organismo muy complicado. Está constituido por muchos universos —islas—, que nosotros llamamos galaxias, muy distantes las unas de las otras. Cada galaxia está formada por cerca de un billón de estrellas y por una cierta cantidad de materia interestelar que navega en los espacios y que tiene una masa aproximadamente igual a la de las estrellas.

Para dar una idea de ello, pensemos que nuestro sistema solar no es más que una mil millonésima parte de nuestra galaxia. Estos universos aislados se alejan los unos de los otros, con una velocidad de alejamiento proporcional a las distancias. Por ello se suele hablar de "universo en expansión". A este respecto se puede recordar un problema de notable actualidad para el astrónomo de hoy: gracias al estudio de algunas asociaciones que pertenecen a nuestro sistema local, es decir a nuestra galaxia, la Vía Láctea, se ha descubierto que la edad promedio de estas galaxias es del orden de los diez mil millones de años, es decir que se han formado hace alrededor de diez mil millones de años.

Por medio de la investigación radioastronómica, efectuada tanto con los grandes radiotelescopios como con complementos ópticos, se ha descubierto recientemente que existen galaxias cuya radiación, para llegar a nosotros, ha empleado alrededor de diez mil millones de años. De ahí que, gracias al retardo con que nos llegan las señales, tenemos la oportunidad de observar las galaxias en formación, es decir de ver hoy cómo se formaron en su tiempo los sistemas galácticos, de remontarnos, si es lícito hablar así, a los orígenes del universo.

¿El universo se extiende hasta el infinito o tiene un límite? Los astrónomos han tratado de responder a este interrogante. Según la teoría de la relatividad, el universo, si bien no tiene confines, no es infinitamente grande: tiene, más bien, una forma curva que va más allá de nuestra imaginación. En ella una línea recta debe encontrarse con sí misma sin alcanzar jamás los límites del infinito y, gracias a la curvatura del espacio, no se pierde sino que queda dentro del universo ilimitado. Siempre según la concepción relativista el universo no es pensable como algo estático: está obligado a expandirse y a contraerse. Las observaciones realizadas por medio de telescopios gigantes parecen confirmar que el universo entero está en un estado de expansión de tipo explosivo. Todos los cúmulos estelares se alejan uno respecto del otro. Pero si ese movimiento es real y si tuvo lugar también en el pasado, entonces toda la materia de todo el universo debió haber estado un día reunida en un pequeñísimo espacio, en un núcleo primitivo, que habría explotado violentamente hace algunos miles de millones de años. Desgraciadamente, muchos de los posibles "modelos de universo" son igualmente compatibles, desde un punto de vista lógico, con las ecuaciones de la teoría de la rela-



1



2



3

4



5



6



7



8



9

1. Albert Einstein con su mujer en San Diego en 1931.

2. Bien acogido por la multitud, en Nueva York en 1921, año del premio Nobel.

3. El científico en los baños de las represas de Princeton.

4. La casa de Einstein en Princeton.

5. El Instituto de Altos Estudios de Princeton.

6. Einstein se prepara para dejar definitivamente Europa.

7. El científico con un estudiante, en Princeton.

8. Albert Einstein presta juramento en el acto de confirmación de su ciudadanía norteamericana.

9. Einstein y su mujer, en Pasadena.

tividad general; hasta ciertos modelos estudiados por el matemático Kurt Gödel, según los cuales, un astronauta viajando a una velocidad un poco menor que la de la luz, "podría viajar en el propio pasado", remontar el tiempo.

Por tanto, desde el punto de vista de la cosmología, es necesario integrar la teoría de Einstein con nuevos datos experimentales y a la vez integrar o modificar las mismas bases teóricas de la "relatividad general".

La teoría del campo unificado

La "relatividad restringida" y la "relatividad general" sólo han iniciado, según Einstein, el trabajo de geometrización de la realidad, la tentativa de construir una imagen del universo sobre "leyes simples", lógicamente conexas, hacia la cual él habría siempre tendido.

La obra de Einstein —escribe George Gamow— se tradujo prácticamente en la geometrización de una vasta parte de la física; el tiempo se convirtió en un pariente cercano de las tres coordenadas espaciales y la fuerza de gravedad fue atribuida a la curvatura de este universo tetradimensional.[12] Pero las fuerzas eléctricas y magnéticas estaban todavía fuera del dominio de la geometría, y Einstein, que había ido tan lejos, concentró todas sus energías para poner riendas también al campo electromagnético. "No fue casual que su construcción arrancara de una única constante, la velocidad de la luz, punto de partida de una colosal, grandiosa y sin embargo simple 'imagen del mundo' ".

Einstein trabajó en la "teoría del campo unificado" (que hubiera debido unificar —a partir de una base geométrica común— el campo electromagnético y el gravitacional) a lo largo de cuarenta años, hasta el día de su muerte. Con el pasar de los años se hizo cada vez más cerrado, solo, puntilloso, reacio a hablar de un proyecto que a muchos les parecía la obstinada e inútil obsesión de un viejo. Entretanto polemizaba con la última teoría de la física atómica y subatómica, afirmando su derecho a continuar trabajando sobre una visión unitaria, absoluta del mundo. "No puedo todavía presentar argumentos lógicos como sostén de mi tesis —escribía a Max Born acerca de una polémica suya sobre la teoría de los *quanta*—; sólo puedo traer como testimonio mi dedo meñique, es decir, una autoridad que no puedo pretender que sea respetada fuera de mi propio pellejo."

La única vez que aceptó hablar en público sobre "la teoría del campo unificado" fue durante una de sus últimas visitas a Inglaterra, frente a un muy joven auditorio femenino en un colegio del Norte, pero durante los mismos días rehusó hablar de ella en la Universidad de Cambridge.

Compromiso civil y testimonio moral

El evidente desagrado con que Albert Einstein acogía las manifestaciones de entusiasmo, la exaltación mística, las utilizaciones interesadas, las alabanzas incondicionales, las calificaciones simplistas de las que su persona fue, repetidas veces, el blanco y el centro, no deben hacer pasar en silencio uno de los rasgos característicos de su persona.

En todo momento de su vida, Einstein advirtió la necesidad de estar inserto —comprometido rigurosamente— en su propia época, y la necesidad de colocarse al lado de sus semejantes y de compartir sus problemas, sus desgracias, sus sufrimientos y sus dudas. La figura del científico que se abstrae de las vicisitudes de su tiempo y se aísla en la famosa "torre de marfil" constituye, quizá, la más falsa y cómica parodia que se puede hacer de Einstein. "La preocupación por el hombre y su destino debe constituir siempre el interés principal de todos los esfuerzos técnicos. No lo olvidéis jamás en medio de vuestros diagramas y de vuestras ecuaciones", dijo un día.

Sus intervenciones y sus actos políticos revelan una "intransigencia" de base, un profundo desprecio por toda autoridad erigida sobre el prejuicio, el odio por la violencia y por la intolerancia.

En 1910 se definió como un creyente de la religión judía para no correr el peligro de mimetizarse con el ambiente antisemita de la Universidad de Praga; en 1913 aceptó ser nombrado miembro de la Academia de Ciencias bajo la condición de no retomar la ciudadanía alemana. Cuando estalló la primera guerra mundial, en 1914, se niega a firmar el Manifiesto de los científicos alemanes. Con el advenimiento de Hitler y ante las primeras noticias de los grotescos episodios de intolerancia racial puestos en práctica por el nacionalsocialismo, Albert Einstein, que se disponía a retornar a Europa luego de un período de estudio en California, toma la decisión de no volver a Alemania, de no volver a poner ni siquiera los pies en su casa. Apenas llega a Europa, precisa los motivos de su decisión. "Hasta que me sea posible residiré en países en los que reine para todos los ciudadanos la libertad política, la tolerancia y la igualdad frente a las leyes. Por libertad política se entiende la posibilidad de poder expresar verbalmente y por escrito las propias convicciones políticas; por tolerancia, el respeto a las convicciones de cada individuo. Actualmente tales condiciones no se dan en Alemania. Allí se persigue a aquellos que son especialmente beneméritos para los intereses internacionales y, entre ellos, a algunos eminentes artistas. Como los individuos, todo organismo social puede llegar a estar psicológicamente enfermo, especialmente en los mo-



1

New York Post

TWO SECTIONS — Rain and cold. — NEW YORK, MONDAY, FEBRUARY 13, 1950 — 44 PAGES

Einstein Warns World:

OUTLAW H-BOMB OR PERISH

Story on Page 5

2

1. Albert Einstein y Roberto Oppenheimer en Princeton.

2. El "New York Post" anuncia con grandes titulares la decidida toma de posición de Einstein contra la bomba atómica.

3. Albert Einstein hacia el fin de su vida.

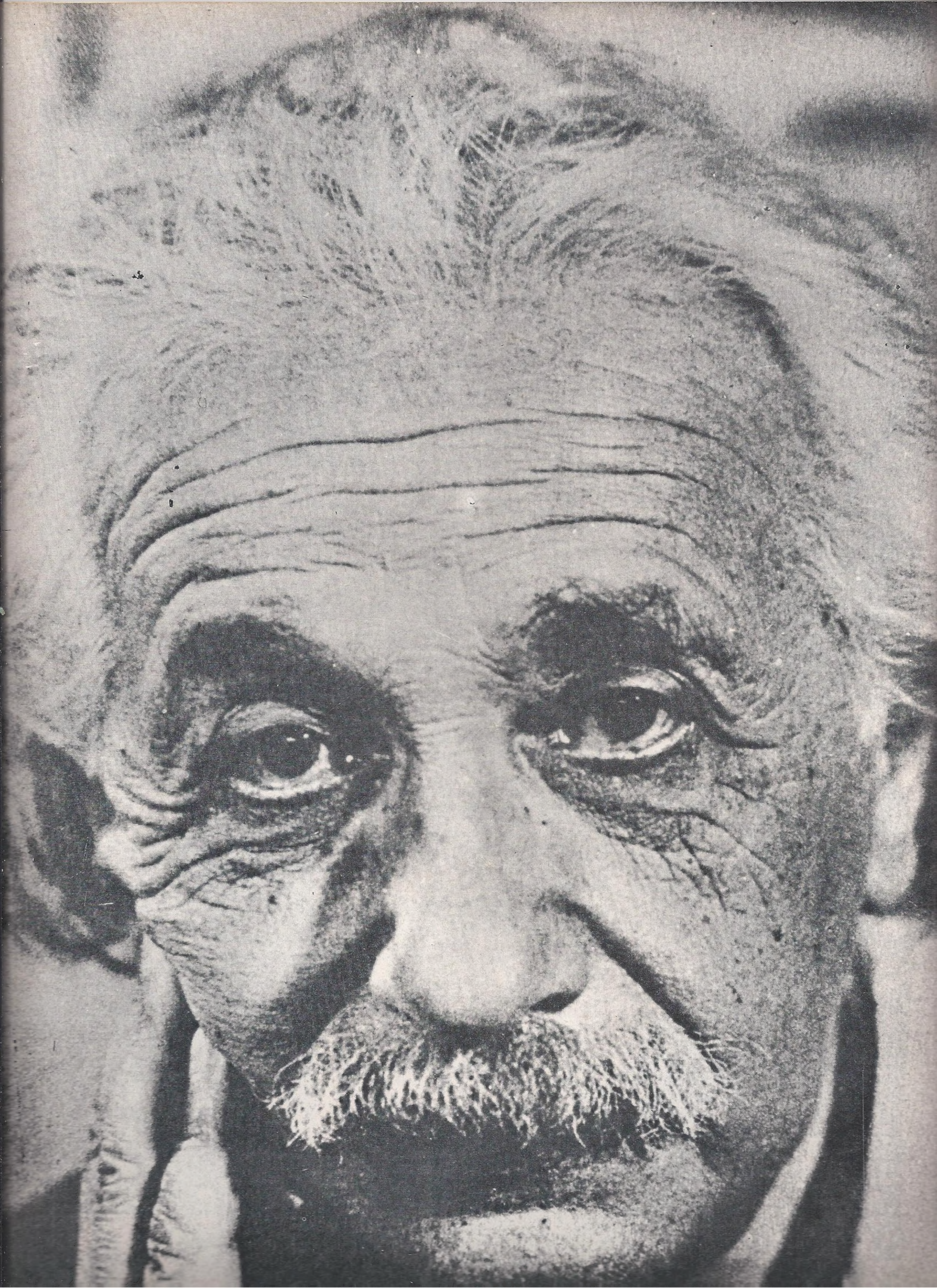
mentos en que la existencia se torna dura. Generalmente las naciones sobreviven a las enfermedades de ese género; espero que Alemania se cure pronto y que, en el futuro, hombres como Kant y Goethe no sean sólo homenajeados de tanto en tanto, sino que los principios que han enseñado se afirmen en la vida pública y en la conciencia general." Estas palabras provocaron la indignación de los nazis. Invitado a dejar la Academia de Ciencias de Prusia, que le reprochaba su toma de posición "contra el pueblo alemán", Einstein no hizo esperar su renuncia. "Las academias tienen, en primer término, la misión de animar y proteger la vida científica de los países. Ahora las sociedades científicas alemanas, por lo que yo sé, han soportado sin protestar que un nutrido número de científicos y estudiantes alemanes, e incluso de profesionales libres con título académico, hayan sido privados de sus medios de sustento y de trabajo en Alemania. No podría pertenecer a una comunidad que, bajo una presión externa, adopta una conducta semejante."

Los aprendices de hechiceros

En el otoño de 1933, Albert Einstein se embarcó definitivamente para los Estados Unidos, donde aceptó la invitación del Instituto de Estudios Superiores de Princeton. Permanecerá en la tranquila ciudad de Nueva Jersey hasta el fin de sus días. Será este interés suyo por las vicisitudes de sus semejantes, unido al profundo desprecio por la negación de los valores propia de la dictadura nazi, lo que hacía de este pacifista convencido, de este enemigo declarado de las instituciones militares, el hombre que —aunque sea indirectamente— convenció a Roosevelt de que aceptara las investigaciones que llevarían a la construcción de la bomba atómica.

Lamentará muchas veces "haber apretado el botón" que provocó la caída de la bomba atómica sobre Hiroshima. Repetirá más de una vez él, el hombre sin arrepentimientos, el del rigor moral sin incertidumbres: "Si lo hubiera sabido . . ." Pero también en esta ocasión preferirá Einstein el camino de la acción al del estéril lamento. Los últimos diez años de su vida son una acalorada y a la vez lúcida toma de posición contra los peligros de la bomba atómica, contra la loca carrera del rearme, contra el absurdo de la guerra fría.

Su llamado de atención, pronunciado en 1950 por la televisión norteamericana, durante el debate sobre la bomba H, es un ejemplo típico, en todos sus términos, de una dureza sin compromisos y de una limpieza sin miedo: "La bomba de hidrógeno aparece como algo posible, alcanzable en poco tiempo. El presidente Truman ha anunciado que su realización debe ser acelerada. Si este propósito se realiza, el envenenamiento de la atmósfera por medio



de la radioactividad y, en consecuencia, la destrucción de toda forma de vida sobre la Tierra entrarán en el dominio de las posibilidades técnicas. Todo parece encadenarse en esta siniestra marcha de los acontecimientos. Cada paso parece como la consecuencia inevitable del que lo precedió. Al término de este camino se perfila cada vez claramente el espectro del aniquilamiento general."

Comprender y hacerse comprender

Muchas veces y en muchos lugares se intentará hacer pasar a este anciano y batallador Einstein por "genio" original y singular a quien los años han privado un poco del sentido de la realidad concreta histórica y efectiva. "Es habitual en quienes pueden ser definidos como "hombres prácticos" —amonesta irónicamente Bertrand Russell— condenar como visionario a todo hombre capaz de ver lejos; nadie es tenido como digno de elevar su voz en el campo de la política, a menos que no haga caso, o ignore, las nueve décimas partes de los hechos pertinentes."

Pero sería una mala jugada contra Einstein desembarazarse de él cuando comienza a resultar incómodo.

Para ser él mismo, para cultivar su personal disconformismo, que fue la bandera de toda su vida, Einstein alineó las simpatías de muchos, de un lado y del otro de la barricada. Continuó predicando, interviniendo e indisponiéndose con conformistas fáciles desde su retiro de Princeton, meta de visitantes ilustres y de quienes no lo eran tanto. Desde 1945 había renunciado a sus funciones de profesor del Instituto de Estudios Superiores; poco tiempo después, su lugar fue ocupado por otro hombre amargado, anticonformista, inquieto: Julius Robert Oppenheimer, el padre de la bomba atómica.

Einstein continuó hasta el fin de sus días en el esfuerzo generoso de comprender y hacerse comprender. Murió en el hospital de Princeton, el 18 de abril de 1955, a las 7 y 15 de la mañana. Nadie recogió sus últimas palabras; la enfermera que lo velaba no entendía el alemán.

Notas

1 Más exactamente, la fórmula, en la memoria original de Einstein, está escrita: $W = mc^2$.

2 Einstein parece presagiar de antemano las futuras aplicaciones cuando escribe, en 1905: "no se excluye que, con cuerpos en los que el contenido de energía es variable en alto grado (por ejemplo, con las sales de radio), se pueda lograr una prueba de la teoría".

3 Es conveniente precisar que hoy parece comprobarse que la enorme energía liberada en el proceso de fisión, y que entra en juego en la explosión atómica, no deriva tanto de la transformación de la masa, como de la naturaleza esencialmente electroestática y, por lo tanto, conectada sólo indirectamente en forma "gruesa" con el principio de equivalencia entre masa y energía. "La fuente de energía en el proceso de fisión del uranio —precisa Heisenberg— es esencialmente la repulsión electroestática de las dos partes en la que es separado el núcleo. Por lo tanto, la energía de una explosión atómica deriva directamente de esta fuente y no de la transformación de la masa en energía."

4 Para las vicisitudes de la "carta de Einstein y de la bomba atómica"; ver, *6 de agosto. Storia della bomba atomica*. Vallechi, Florencia, 1964.

5 Por ello Michelson se puso a estudiar, variando la altura del laboratorio sobre el nivel del mar, que sucedía no sólo "bajo la cubierta" sino también sobre la cubierta de la nave, es decir, en la alta montaña; obtuvo siempre resultados negativos. Michelson repitió el experimento, alcanzando el mismo resultado, un año antes de la célebre memoria de Einstein, en 1904.

6 Para satisfacer el "principio de la relatividad" fue necesario modificar profundamente no sólo las leyes del electromagnetismo, que permanecían invariables, sino también las leyes de la mecánica clásica de Galileo y de Newton.

7 Subrayando el carácter socrático de la ironía einsteniana, Synge afirma al respecto que "en toda la historia de la ciencia no existe un ejemplo más grande de ironía que cuando Einstein afirmó ignorar qué cosa era el tiempo absoluto, algo que todos creían conocer".

8 Todo esto tiene valor en una porción limitada de espacio; si la cabina fuera muy amplia, la dirección y la intensidad del campo gravitorio variarían de punto a punto. "Por ejemplo, sobre la superficie de la tierra, las verticales, en puntos lejanos, no son paralelas. En otras palabras, en los campos gravitacionales conocidos por nosotros, estamos obligados, al variar de lugar, a cambiar el sistema galileano de referencia". (Tullio Levi-Civita.)

9 Es necesario aclarar que los resultados de Eddington no son hoy considerados decisivos.

10 Todas las leyes naturales, excepción hecha de las que regulan el mundo atómico y subatómico.

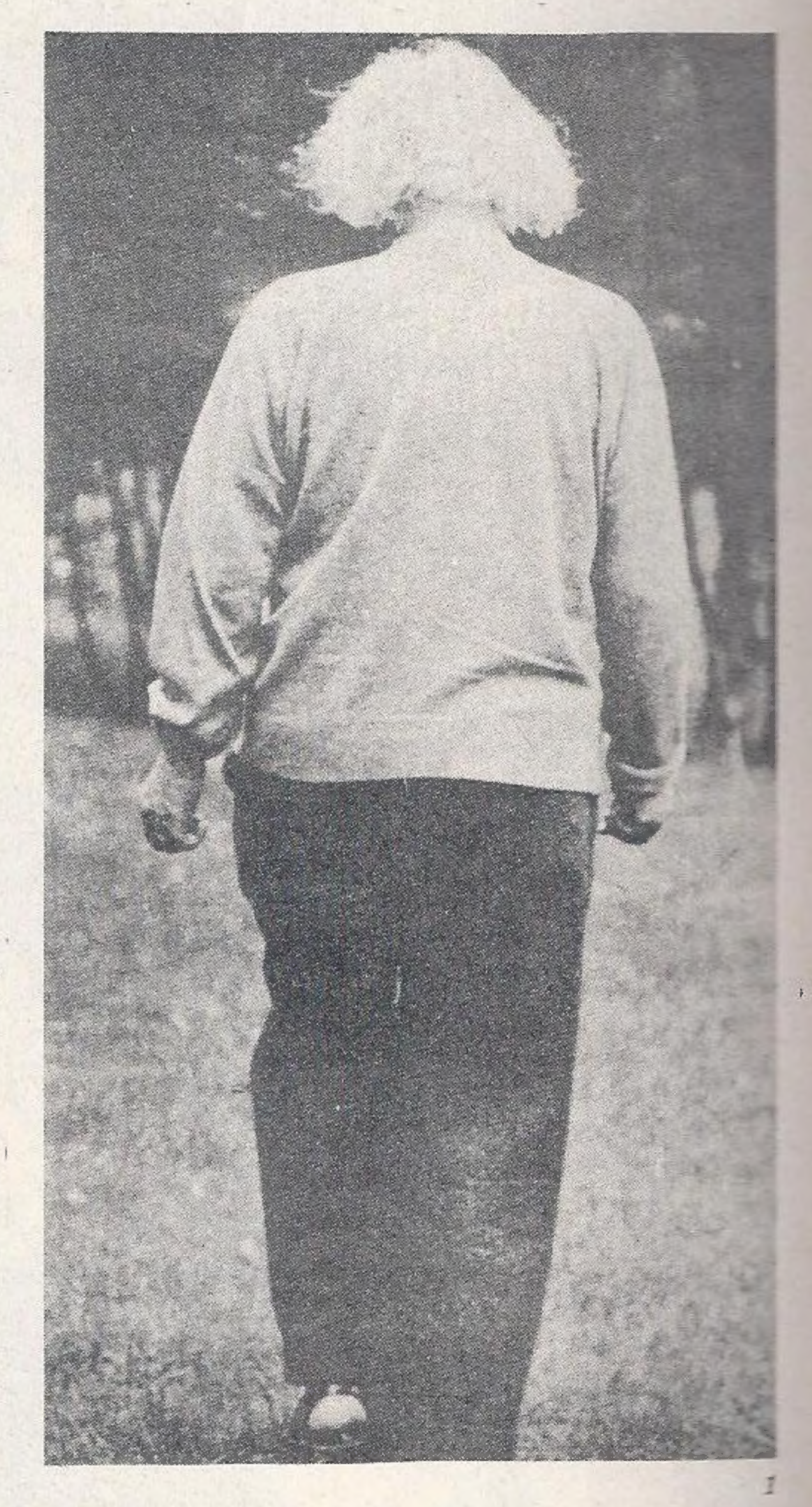
11 Se ha dicho también que en el espacio-tiempo curvo, de cuatro dimensiones, la gravitación vuelve a ser una propiedad absoluta, y los efectos de un campo de gravitación son perfectamente distinguibles de los producidos por la aceleración de un observador. A través de su concepción geométrica del universo, Einstein, una vez más, ha recuperado un absoluto.

12 Si bien el mismo Einstein ha escrito, en su libro *El significado de la relatividad*, que "la coordenada temporal se define físicamente de manera totalmente diversa de las coordenadas espaciales".

Bibliografía

Einstein, Albert. *Escritos sobre la paz*. Ed. original preparada por Otto Nathan y Heinz Norden. Pról. de Bertrand Russell. Barcelona, Península, 1967. (Historia, ciencia y sociedad, 14). *Lettera a Benedetto Croce e risposta del Croce*. Bari, G. Laterza e figli, 1944, 7 páginas. *The meaning relativity*. 6. ed. Londres, Methuen, 1956. *Mi panorama mundial*. Trad. del alemán por Nathan Caplán. Buenos Aires, Rueda, 1946. *Notas autobiográficas*. Madrid, Alianza. (Libro de bolsillo, 1005). *Quatre conférences sur la théorie de la relativité faites a l'Université de Princeton*. París, 1925. *La relatividad (memorias originales)*. Trad. y nota preliminar de Fidel Alsina Fuertes y Damián Canals Frau, con una nota complementaria de Guido Beck sobre la forma tensorial de las ecuaciones de la relatividad restringida. Buenos Aires, Emecé, 1950, 250 p. ilus. (Maestros de la ciencia, dir. por Juan M. Muñoz, Luis F. Leloir y Eduardo Braun Menéndez). *La relatividad*. Versión al español de Ute Schmidt de Cepeda. México, Grijalbo, 1970. Einstein, Albert, Adolf Grünbaum, y otros. *La teoría de la relatividad*. Madrid, Alianza (Colecc. Alianza Universidad, 62). Einstein, Albert, Leopold Infeld. *La física, aventuras del pensamiento; el desarrollo de las ideas desde los primeros conceptos hasta la relatividad y los cuentos*. 9 ed. Buenos Aires, Losada, 1974. Einstein, Albert, J. Laub. *Bemerkungen zu unserer Arbeit über die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegter Körper*. Leipzig, 1909. Einstein, Albert, H. Poincaré. *Fundamentos de la geometría*. Buenos Aires, Iberoamericana, 1948. Asimov, Isaac. *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*. Madrid, Revista de Occidente, 1974. *Histoire générale des sciences*. París, P.U.F., 1964, t. III, v. II *Le XXème siècle*. Castellani, Leandro, Luciano Gigante. *6 de agosto, Storia de la bomba atómica*. Florencia, Vallecchi, 1964. Cuny, Hilaire. *Albert Einstein*. Madrid, Cis, 1962. Faslea, Brian. *La liberación social y los objetivos de la ciencia*. 2. ed. México, Siglo XXI, 1981. Frank, Philipp. *Einstein, his life and times*. Nueva York, A. Knopf, 1947. Gamow, George. *Biografía de la física*. Madrid, Alianza, 1980. Heisenberg, Werner. *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*. 2. ed. Madrid, Alianza, 1980. Holton, Gerald. *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*. Madrid, Alianza, 1982. Infeld, Leopold. *Albert Einstein*. Turín, Einaudi, 1952. Sánchez Ron, José Manuel. *El origen y desarrollo de la relatividad*. Madrid, Alianza, 1983. Schilpp, Paul A. (a cargo de). *Albert Einstein: Philosopher-scientist*. Illinois, Evanston, 1949. Vallentin, Antonina. *El drama de Alberto Einstein*. Buenos Aires, Sur, 1955. Whitrow, F. *Einstein: el hombre y su obra*. México, Siglo XXI, 1980.

Guillermo Boido, *Einstein o la armonía del mundo*. Adiaz, Buenos Aires, 1980.



1. *Einstein en el parque de Princeton.*

El próximo número de

LOS HOMBRES de la historia

La Historia Universal a través de sus protagonistas

contiene la biografía completa e ilustrada de

Churchill

"El Imperio Británico es para mí el Alfa y el Omega. Lo que es bueno para el Imperio Británico también es bueno para mí."

Winston Churchill

¡Un momento apasionante de la historia que usted debe conocer!



LOS HOMBRES

LOS HOMBRES





LOS HOMBRES

La colección de biografías históricas más importante del mundo.

Los grandes períodos de la historia universal desde la civilización de los orígenes hasta el mundo contemporáneo.

La interpretación más moderna y documentada de los hechos que preocuparon y preocupan al hombre: la historia, las ciencias, el arte, la religión, la política.

Prestigiosos autores han prestado su colaboración: Jean Bachelot, Ruggiero Romano, José María Moreno Galván, Christopher Hill, Isaac Deutscher, Albert Soboul, Rafael Alberti, Fernand Braudel, Jacques Le Goff, Alberto Tenenti, A. M. Schlesinger (h), François Chatelet, etc., etc.

Más de 5.000 fotografías, cuadros, mapas, grabados, a todo color y en blanco y negro, que forman un extraordinario Archivo Documental de la Historia del Mundo.

Las biografías de los personajes de todos los tiempos y todos los países cuya historia es la historia del mundo.

Plan de la obra

1/ La civilización de los orígenes
Homero, Pitágoras, Moisés, Buda, Confucio, Zoroastro, Solón...

2/ El mundo grecorromano
Pericles, Sócrates, Platón, Aristóteles, César, Augusto, Virgilio, Jesús . . .

3/ Cristianismo y Edad Media
Carlomagno, Mahoma, Gengis Khan, Tomás de Aquino, Dante, Marco Polo, Giotto . . .

4/ Del Humanismo a la Contrarreforma
Leonardo da Vinci, Miguel Angel, Carlos V, Maquiavelo, Cristóbal Colón, Lutero . . .

5/ Los siglos XVII y XVIII
Galileo, Shakespeare, Richelieu, Cervantes, Descartes, Túpac Amaru, Voltaire, Newton . . .

6/ La Revolución Francesa y el período napoleónico
Robespierre, Stendhal, Napoleón, Goya, Beethoven, Goethe, Metternich . . .

7/ El siglo XIX (I)
Hegel, San Martín, Darwin, Artigas, Poe, Wagner, Balzac, Lincoln . . .

8/ El siglo XIX (II)
Marx, Verdi, Nietzsche, Tolstoi, Van Gogh, José Martí, Pasteur, León XIII . . .

9/ El siglo XX (I)
Freud, Churchill, Picasso, Lenin, Einstein, Hitler, De Gaulle.

10/ El siglo XX (II)
Sartre, Che Guevara, Franco, Gandhi, Proust, Eisenstein . . .

La publicación se inicia con los títulos correspondientes al **Siglo XX.**
La dirección se reserva el derecho de cambiar algunos de los títulos del presente plan.